

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA – PPGB**

**PEDRO ARTHUR DO NASCIMENTO OLIVEIRA**

**COMPARAÇÃO DOS ATRIBUTOS FLORÍSTICOS DO BANCO DE  
SEMENTES E ASSEMBLEIA DE REGENERANTES EM DUAS ÁREAS  
DE CAATINGA COM DIFERENTES IDADES DE REGENERAÇÃO**

**RECIFE**

**2016**

**PEDRO ARTHUR DO NASCIMENTO OLIVEIRA**

**COMPARAÇÃO DOS ATRIBUTOS FLORÍSTICOS DO BANCO DE  
SEMENTES E ASSEMBLEIA DE REGENERANTES EM DUAS ÁREAS DE  
CAATINGA COM DIFERENTES IDADES DE REGENERAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-  
Graduação em Botânica da Universidade Federal  
Rural de Pernambuco, para obtenção do título de  
Mestre em Botânica.

**ORIENTADOR:**

Prof. Dr. Kleber de Andrade da Silva  
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

**CO-ORIENTADOR (es):**

Profa. Dra. Elcida de Lima Araújo  
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

Prof. Dr. André Mauricio Melo Santos  
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

**RECIFE**

**2016**

Ficha catalográfica

O48c Oliveira, Pedro Arthur do Nascimento  
Comparação dos atributos florísticos do banco de sementes e assembleia de regenerantes em duas áreas de caatinga com diferentes idades de regeneração / Pedro Arthur do Nascimento Oliveira . -- Recife, 2016.  
74 f. : il.

Orientador: Kleber Andrade da Silva.  
Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia, Recife, 2016.  
Inclui referências e anexo(s).

1. Florestas secas 2. Área preservada 3. Antropização  
I. Silva, Kleber Andrade da, orientador II. Título

CDD 581

PEDRO ARTHUR DO NASCIMENTO OLIVEIRA

**COMPARAÇÃO DOS ATRIBUTOS FLORÍSTICOS DO BANCO DE SEMENTES  
E ASSEMBLEIA DE REGENERANTES EM DUAS ÁREAS DE CAATINGA COM  
DIFERENTES IDADES DE REGENERAÇÃO**

**Dissertação defendida em: 22.02.2016**

**Presidente da Banca / Orientador**

---

Dr. Kleber Andrade da Silva (UFPE)

**Examinadores**

**Titulares:**

---

Dra. Danielle Melo dos Santos (UFRPE)

---

Dra. Josiene Maria Fraga Falcão dos Santos (UFRPE)

---

Dra. Luciana Dias de Oliveira (UFRPE)

**Suplente:**

---

Dra. Carmen Sílvia Zickel (UFRPE)

**RECIFE  
2016**

**Dedico este trabalho aos meus Pais,  
Rubem Oliveira e Ana Nascimento,  
por todo amor, carinho, dedicação e exemplo,  
que com certeza foram os elementos necessários  
para que eu chegasse até aqui.**

“ Não tenha pena dos mortos, Harry. Tenha pena dos vivos, e principalmente, daqueles que vivem sem amor”

**Albus Dumbledore**

## **Agradecimentos**

Ao longo destes dois anos de trabalho, encontrei inúmeras pessoas que me auxiliaram, tanto profissionalmente quanto pessoalmente, e que com certeza merecem meus agradecimentos.

Agradeço em primeiro lugar a Deus, por ter me dado força, saúde e calma nos momentos em que mais precisei.

Aos meus pais, Rubem Nelson de Oliveira e Ana Lúcia do Nascimento Oliveira, por todo apoio incondicional, ao qual foi essencial em todos os momentos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Kleber Andrade da Silva, por toda paciência, compreensão, ensinamentos, responsabilidade, amizade e respeito para comigo e com este trabalho.

Aos meus co-orientadores, Prof. Dr. André Maurício Melo Santos e a Profa. Dra. Elcida de Lima Araújo.

Aos integrantes da banca examinadora, Dra. Daniele dos Santos, Dra. Josiene Falcão, Dra. Luciana Oliveira e Dra. Carmen Zickel, pelas contribuições que foram extremamente bem vindas, e cruciais para melhor estruturação deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos para realização desta pesquisa.

Ao corpo docente e discente do Programa de Pós-Graduação em Botânica – Universidade Federal Rural de Pernambuco (PPGB - UFRPE) pela oportunidade que me foi dada para desenvolvimento desta pesquisa, por todo apoio logístico e institucional, e em especial à Kênia, que sempre esteve presente para resolver qualquer tipo de problema, além de sempre estar disposta a ajudar, sempre com um grande sorriso no rosto.

Aos funcionários do IPA pela receptividade e por todo apoio ao longo destes dois anos de trabalhos de campo.

Aos amigos do LEVEN e do LAFLEC, em especial à Vanessa, Diego, Juliana, Maria, Bruno, Ewelyn, Jessica, Alberes, Priscila, Gaby, Maria, Patrícia, Angélica, Liliane e Tássia, por todo apoio, por estarem dispostos a ajudar sempre que foi preciso, pela união e amizade, muito obrigado!

Agradeço de forma grandiosa à minha família, irmão, avós, tios, primos e afilhado, por todo amor e carinho.

Aos meus melhores amigos Dhouglas Domingues, Erica Oliveira Cavalcanti e Gilberto Henrique, por todo respeito, paciência e por me fazerem sempre sentir em casa, feliz e realizado, por ter de vocês o mais puro e verdadeiro sentido da amizade.

À Andriu dos Santos Catena e família, por todo essencial apoio nos momentos de felicidade e angústia, e por terem me recebido com amor, respeito e verdade, ao qual levarei comigo por toda a vida.

Aos meus grandes amigos Gugga Siqueira, Mariane Oliveira, Rodrigo Alves, Fátima Cardoso, Luciana Guerra, Clarissa Andrade, Vanessa Lira, e Lais Souza, e muitos outros, por todos os momentos de alegria.

A Joanne Rowling, por ter me despertado a leitura, os sonhos e um mundo maravilhoso ao qual sou eternamente grato pelas pessoas que conheci, depois de todo este tempo e para sempre.

Por último, mas não menos importante agradeço a Aurora, por ter estado sentada ao lado do computador, fazendo-me companhia, enquanto eu escrevia este texto, mesmo ela tendo destruído uma página de um dos exemplares da pré-banca.



## SUMÁRIO

Lista de Tabela .....	ix
Lista de Figuras .....	x
Resumo .....	xi
Abstract.....	xii
<b>Introdução</b> .....	13
<b>Revisão de Literatura</b> .....	15
<i>Características do banco de sementes e da assembleia de regenerantes</i> .....	15
<i>A influência do desmatamento sobre o banco de sementes e assembleia de regenerantes</i> .....	16
<i>A influência da queima sobre o banco de sementes e a assembleia de regenerantes</i> ..	18
<i>A influência da idade da floresta sobre o banco de sementes e assembleia de regenerantes</i> .....	19
<b>Referências Bibliográficas</b> .....	23
<b>Manuscrito:</b> Efeito da ação antrópica sobre a regeneração natural em floresta tropical seca: um enfoque sobre o banco de sementes e a assembleia de regenerantes.....	31
<b>Resumo</b> .....	32
<b>Abstract</b> .....	33
<b>Introdução</b> .....	34
<b>Materiais e Métodos</b> .....	35
<b>Area de estudo</b> .....	35
<i>Amostragem da assembleia de regenerantes</i> .....	36
<i>Amostragem do banco de sementes</i> .....	37
<i>Análise dos dados</i> .....	37
<b>Resultados</b> .....	38
<b>Discussão</b> .....	40
<b>Referências Bibliográficas</b> .....	43
<b>Tabela</b> .....	49
<b>Figuras</b> .....	52
<b>Anexos</b> .....	55

## Lista de Tabela

### Manuscrito

Tabela 1. Composição florística, densidade e ocorrência das famílias e espécies encontradas no Banco de sementes (B) e Assembleia de Regenerantes (R) na Floresta Jovem (FJ) e Floresta Madura (FM), Caruaru - Pernambuco. (- significa ausência).....	50
--	----

## Lista de Figuras

### Manuscrito

Figura 1. Vista da área do Instituto de Pesquisas Agronômicas (IPA) com a localização da floresta jovem e floresta madura ..... 53

Figura 2. Riqueza (espécies/0,04m<sup>2</sup>) e densidade (indivíduos/0,04m<sup>2</sup>) do banco de sementes e riqueza (espécies/m<sup>2</sup>) e densidade (indivíduos/m<sup>2</sup>) da assembleia de regenerantes em uma região semiárida no Nordeste do Brasil. Letras minúsculas diferentes denotam diferença significativa pelo teste de Tukey. Barras verticais denotam intervalo de confiança de 0,95.

..... 54

Figura 3. Ordenação formada após análise de similaridade entre o banco de sementes e a assembleia de regenerantes na floresta jovem e na floresta madura. Gráfico produzido com base na riqueza de espécies por parcela em cada área. Os símbolos representam o agrupamento das espécies formado em cada área de estudo.

..... 55

## RESUMO

OLIVEIRA, Pedro Arthur do Nascimento. Fevereiro de 2015. Comparação dos atributos florísticos do banco de sementes e assembleia de regenerantes em duas áreas de caatinga com diferentes idades de regeneração. Kleber Andrade da Silva.

As florestas tropicais secas vêm sofrendo ao longo do tempo com o desenvolvimento agrícola, a extensão da ocupação humana e extração de recursos naturais. Dois processos ecológicos vêm sendo estudados nos trabalhos referentes a regeneração natural: o banco de sementes do solo e a assembleia de regenerantes. Porém, poucos trabalhos associam o banco de sementes com a assembleia de regenerantes em áreas que sofreram antropização, sendo o desmatamento e queimadas, os principais fatores que alteram a composição e riqueza florística e a densidade de sementes do banco de sementes e da assembleia de regenerantes, além da idade da floresta. Este estudo pretendeu testar as seguintes hipóteses: 1) o banco de sementes possui uma maior riqueza de espécies do que a assembleia de regenerantes e ações antrópicas intensificam esta diferença; 2) o banco de sementes possui uma maior densidade do que a assembleia de regenerantes e ações antrópicas intensificam esta diferença; 3) a composição florística do banco de sementes é diferente da assembleia de regenerantes e ações antrópicas intensificam esta diferença. O estudo foi desenvolvido em uma área de floresta sazonalmente seca, denominada caatinga, localizada no Instituto de Pesquisa Agropecuária (IPA) em Caruaru, Pernambuco, em um fragmento de Floresta Madura e Floresta Jovem. Foram consideradas pertencentes à assembleia de regenerantes as espécies herbáceas e plântulas e juvenis de espécies lenhosas, que possuíam até 1 m de altura. Para a amostragem da assembleia de regenerantes foram instaladas aleatoriamente 40 parcelas de 1x2 m, sendo 20 na floresta madura e 20 na floresta jovem. Para o banco de sementes foram coletadas 20 amostras de solo na floresta madura e 20 na floresta jovem, ao lado das parcelas instaladas para o censo da assembleia de regenerantes. A coleta do solo foi feita através de parcelas confeccionadas com chapa galvanizada de 20 x 20 cm, com 5 cm de profundidade e incluindo a serrapilheira. Neste estudo, nas florestas jovem e madura, não houve diferença significativa na riqueza de espécies entre o banco de sementes e a assembleia de regenerantes, mas a composição florística não é a mesma. Ações antrópicas intensificam a diferença na densidade do banco de sementes e assembleia de regenerantes entre florestas jovem e madura.

**Palavras chave:** florestas secas, área preservada, antropização

## ABSTRACT

OLIVEIRA, Pedro Arthur Nascimento. February, 2015. Comparison of floristic attributes of the seed bank and regenerating assembly in two areas of caatinga with different regeneration ages. Kleber Andrade da Silva.

The tropical dry forests have suffered over time with the agricultural development, the extent of human occupation and extraction of natural resources. Two ecological processes have been studied in the work related to natural regeneration: the soil seed bank and regenerating assembly. However, few studies associate the seed bank with regenerating assembly in areas that have suffered human disturbance, and deforestation and forest fires, the main factors that alter the composition and floristic richness and seed density of the seed bank and the assembly of regenerating beyond the age of the forest. This study aimed to test the following hypotheses: 1) the seed bank has a higher species richness than the meeting of regenerating and different histories of human activities intensify this difference; 2) the seed bank has a higher density than the meeting of regenerating and different histories of human activities intensify this difference; 3) the floristic composition of the seed bank is different from regenerating assembly and different histories of human activities intensify this difference. The study was conducted in an area of seasonally dry forest, caatinga, located in Agricultural Research Institute (IPA) in Caruaru, Pernambuco, in a fragment of mature forest and forest Young. They were considered belonging to regenerating assembly herbaceous species and seedlings and juveniles of woody species, which had up to 1 m tall. For sampling regenerating assembly were randomly 40 plots of 1x2 m, 20 in the mature forest and 20 in young forest. To the seed bank were collected 20 soil samples in mature forest and 20 in young forest, next to the plots established for the census of regenerating assembly. The collection of soil was made through installments made with galvanized sheet 20 x 20 cm and 5 cm deep and including litter. In this study, the young and mature forests, there was no significant difference in species richness between the seed bank and the assembly of regenerating, but the floristic composition is not the same. human actions intensify the difference in the density of seed bank and assembly of regenerating between young and mature forests.

**Keywords:** dry forests, preserved area, anthropization

## INTRODUÇÃO

As florestas sazonalmente secas vêm ao longo dos anos, sendo afetadas pela extensão da ocupação humana, desenvolvimento agrícola e extração de recursos naturais (JANZEN et al., 1997). Alguns estudos também consideram que a utilização de áreas para estes fins interferem diretamente na diversidade das espécies vegetais ao longo do tempo. Muitos estudos atuais tem sido realizados para motivar a incorporação de novas práticas de recuperação destes ambientes, visando identificar quais os fatores que possam interferir na regeneração da comunidade vegetal com o passar dos anos (TONIATO e OLIVEIRA-FILHO, 2004).

Estudos desenvolvidos em florestas secas na Índia, Inglaterra, Grécia, Etiópia e França, por exemplo, utilizaram informações do banco de sementes e assembleia de regenerantes em diferentes tipos de vegetação com objetivo de promover a recuperação de áreas que sofreram processos de perturbação antrópica (CHAIDEFTOU et al., 2009; LOYDI et al., 2009; SCIAMA, 2009; SOUMIT e MALAYA 2005; TESSEMA et al., 2012).

Na região Nordeste do Brasil as florestas sazonalmente secas são bem representadas pela caatinga. A caatinga é um exemplo de vegetação que vem sofrendo grandes impactos da ação antrópica, que vem acarretando a perda de sua biodiversidade e alterações nas estruturas de populações e comunidades vegetais (CAVALCANTI et al., 2009; LOPES et al, 2007).

Além das variações abióticas como temperatura, umidade, luminosidade, que ocorrem naturalmente neste ambiente, as alterações causadas pela ação antrópica também podem interferir na riqueza de espécies, composição florística e densidade do banco de sementes do solo e da assembleia de regenerantes (ENRELER et al., 2010; HOPFENSBERGER, 2007; SCHERER e JARENKOW, 2006; SOUZA, 2003).

A idade e o histórico de uso em florestas sazonalmente secas também são fatores que interferem na composição florística da vegetação e do banco de sementes do solo (ARAÚJO, 2003; SUNIL, 2007). Florestas com diferentes idades de regeneração podem apresentar diferenças na sua composição e na estrutura das populações e nas comunidades de vegetações herbáceas e lenhosas (PUTZ e APPANAH, 1987). A identificação destas espécies pode auxiliar na compreensão de como ocorre o processo de colonização em áreas afetadas por ação antrópica.

Estudos realizados na China (LI et al., 2014), México (MEAVE et al., 2012), Costa Rica (YOUNG, 1987) e Madagascar (VALENTA et al., 2015) indicam uma diferença entre a

densidade e riqueza do banco de sementes com as espécies regenerantes em áreas com diferentes históricos de uso.

Alguns trabalhos indicam que, apesar do banco de sementes do solo possuir um grande potencial ao longo da regeneração natural, a sua análise deve ser realizada associada a assembleia de regenerantes, já que muitas das espécies que estão contidas na assembleia de regenerantes também atuam no processo de regeneração da vegetação (ALVARADO et al. 2015; DAVIES et al. 2013; GOLOS e DICSON, 2014; WALL e STEVENS, 2015).

Mesmo assim, poucos são os trabalhos que relacionam a composição florística, densidade e riqueza do banco de sementes do solo com a assembleia de regenerantes (COSTALONGA et al., 2006; MARTINS e ENGEL 2007; SOUZA, 2002;)

Considerando a necessidade de compreender a composição florística, riqueza e densidade do banco de sementes e da assembleia de regenerantes durante a regeneração natural em fragmentos com diferentes idades, esta pesquisa tem como objetivos: 1) Caracterizar a riqueza, composição florística e a densidade o banco de sementes do solo e da assembleia de regenerantes em trechos de floresta madura e floresta jovem; 2) Determinar se existe diferença na composição florística, riqueza de espécies e densidade do banco de sementes em relação à assembleia de regenerantes em trechos de vegetação com diferentes idades de regeneração natural.

Considerando a premissa de que o banco de sementes do solo possui uma maior riqueza e número de sementes do que a assembleia de regenerantes, este estudo pretendeu testar as seguintes hipóteses: 1) o banco de sementes possui uma maior riqueza de espécies do que a assembleia de regenerantes e diferentes históricos de ações antrópicas intensificam esta diferença; 2) o banco de sementes possui uma maior densidade do que a assembleia de regenerantes e diferentes históricos de ações antrópicas intensificam esta diferença; 3) a composição florística do banco de sementes é diferente da assembleia de regenerantes e diferentes históricos de ações antrópicas intensificam esta diferença.

## REVISÃO DE LITERATURA

### *Características do banco de sementes e da assembleia de regenerantes*

Nos últimos anos vêm-se buscando elaborar alternativas para a recuperação de áreas antropizadas, seja para o seu reaproveitamento econômico ou para criação de unidades de conservação, na tentativa de estimular a regeneração natural destes ambientes (CHOI, 2004; GANDOLFI et al., 2006; YOUNG, 1987).

Para tanto, estudos em dois aspectos ecológicos vêm sido utilizados mundialmente para compreender melhor os processos de regeneração natural nestas áreas: o estudo do banco de sementes do solo e da assembleia de regenerantes.

O banco de sementes consiste em um depósito de sementes que é, em sua maioria, composto por espécies pioneiras herbáceas e arbustivo-arbóreas que participam do início do processo de regeneração natural (FIENNER, 2015). O banco é formado por dois grupos de sementes: as ortodoxas e as recalcitrantes (ROBERTS, 1973). As sementes ortodoxas são relativamente pequenas, possuem metabolismo baixo e mínimas taxas de respiração, podendo permanecer no ambiente por longos períodos de tempo. As sementes recalcitrantes são geralmente grandes, possuem uma viabilidade muito mais curta em relação às ortodoxas, e exigem mais taxas metabólicas, apresentando grande dificuldade em resistir a ambientes com baixa pluviosidade (ROBERTS, 1973).

As espécies que auxiliam no processo de regeneração natural, se estabelecendo e formando a cobertura vegetal inicial, são consideradas pertencentes à assembleia de regenerantes (ARAÚJO et al., 2006). A assembleia de regenerantes é composta por espécies herbáceas e plântulas e juvenis de lenhosas, sendo as plântulas, indivíduos recém-germinados de caules tenros e verdes, com ou sem cotilédones; e juvenis, os indivíduos com caule lignificado e sem ramificação caulinar ou ramificação de ordem apenas primária com a presença de um sistema radicular próprio (GATSUK et al., 1980; LAWSON e POETHIG, 1995).

Apesar de serem processos naturais muito utilizados nos trabalhos referentes à regeneração natural, poucos deles associam o banco de sementes com a assembleia de regenerantes em áreas que sofreram ações antrópicas.

Alguns estudos que avaliam diferentes tipos destas ações afirmam que, o tempo entre elas, assim como sua intensidade, podem alterar a estrutura das comunidades estabelecidas na floresta, e provocando uma diminuição na diversidade de espécies (DAVIES et al., 2013). Algumas destas ações podem ocorrer devido ao desmatamento (para estabelecimento da pastagem e agricultura) e queimadas, além destes fatores, a idade da floresta também pode



alteram a composição florística, riqueza e densidade do banco sementes e da assembleia de regenerantes (DAVIES et al., 2013; JELTSCH et al., 2000; TEWS et al., 2006).

### ***A influência do desmatamento sobre o banco de sementes e assembleia de regenerantes***

A expansão de atividades econômicas são uma das principais causas para o aumento do desmatamento (para pastagem e agricultura) em florestas tropicais secas, sendo este tipo de ação antrópica um dos principais fatores responsáveis pela alteração da paisagem de uma floresta (RIVERO et al. 2009), podendo afetar alguns atributos do banco de sementes e da assembleia de regenerantes, como a composição florística, a riqueza de espécies e a densidade.

Em estudos realizados na Ilha de Madagascar (VALENTA et al., 2015), por exemplo, diferentes habitats de uma mesma floresta apresentaram baixos valores de densidade e riqueza de espécies herbáceas na assembleia de regenerantes, porém o mesmo não ocorria quando analisado a riqueza e densidade do banco de sementes, indicando que provavelmente o potencial de regeneração destas áreas é alta quando proveniente das sementes presentes no solo.

A potencialidade do banco de sementes pôde também ser avaliada em outros fragmentos desmatados, como os encontrados na Austrália, em que o banco de sementes apresentou uma rápida resposta à perturbação humana, apresentando uma alta riqueza de espécies armazenadas no solo e que possuíam uma composição e riqueza florística diferente das espécies regenerantes encontradas (GOLOS e DICSON, 2014).

Áreas que são afetadas pelo desmatamento conseguem se regenerar rapidamente, fortalecendo a ideia de que, um impacto como estes possa dar início a um estímulo de re-estabelecimento das populações e comunidades presentes no ambiente, sendo muitas das vezes uma vegetação diferente da encontrada anteriormente (DAVIES et. al., 2013).

Em um fragmento de floresta sazonalmente seca desmatado na Austrália (GOLOS e DICSON, 2014), o banco de sementes também apresentou uma rápida resposta a perturbação, apresentando uma alta riqueza de espécies armazenadas no solo, diferentemente das espécies encontradas na assembleia de regenerantes. Após o desmatamento foi encontrada uma diferença na riqueza de espécies de 72% no banco de sementes em relação aos regenerantes.

O desmatamento para estabelecimento da pastagem de caprinos e bovinos, também pode interferir nos atributos florísticos (composição, riqueza florística e densidade) do banco de sementes e da assembleia de regenerantes.

Isto pode ocorrer devido ao pisoteio e remoção da vegetação para alimentação destes animais, fazendo com que parte das espécies vegetais disponíveis no solo seja inviabilizada, provocando assim uma redução na riqueza e na composição florística tanto do banco de sementes como na assembleia de regenerantes (GOLOS e DICSON, 2014; KASSAHUN et al., 2009).

Loydi et al. (2012), ao trabalharem em florestas secas na Argentina utilizando áreas com e sem pastagem de caprinos, identificaram que a densidade do banco de sementes de espécies herbáceas foi superior a de lenhosas em áreas que sofreram impactos antrópicos, e em florestas que não sofreram com a pastagem, 81% das plântulas presentes no banco de sementes emergiram.

Apesar da prática do pastejo influenciar negativamente no estabelecimento de espécies nativas, alguns trabalhos vêm demonstrando que, a densidade e riqueza do banco de sementes em algumas áreas que sofreram com a pastagem são maiores do que em áreas que não sofreram este tipo de ação antrópica (CERVANTES et al., 2014; TRILLERAS et al., 2015).

Segundo estudos realizados em viveiros ruais, a prática do pastejo a longo prazo prejudica de forma intensa a regeneração destas áreas (MATESANZ et al., 2011), além disto, quando abandonados, estes ambientes podem apresentar vegetação diferentes da encontrada anteriormente (CERVANTES et al., 2014; MACFARLAND et al., 2015).

Fernandez et al. (2014) identificou em um fragmento de floresta sazonalmente seca, que sofreu corte raso para uso de pastejo de caprinos, que o banco de sementes apresentou maior densidade e riqueza de espécies do que os indivíduos já estabelecidos que compõem a assembleia de regenerantes, e que isto varia do que é encontrado em locais que não sofreram corte e permaneceram preservados ao longo do tempo. Para estes autores, fatores como a quebra da dormência ou inviabilidade das sementes, devido o pisoteio destes animais, assim como a estrutura da vegetação (como abertura ou fechamento de um dossel) podem influenciar nas diferenças entre estes atributos florísticos.

Porém, não é apenas o desmatamento que pode alterar os atributos florísticos do banco de sementes e da assembleia de regenerantes. Alguns trabalhos também evidenciam o efeito do fogo sobre estes processos ecológicos, que podem, por muitas das vezes, quando afetados por este tipo de ação antrópica, acarretar em uma grande perda de diversidade no fragmento florestal.

### ***O efeito da queima sobre o banco de sementes e assembleia de regenerantes***

O uso do fogo, provavelmente seja um dos mais agressivos impactos causados à uma floresta, que podem influenciar nos atributos florísticos do banco de sementes e da assembleia de regenerantes. Embora algumas florestas secas tenham espécies com sementes resistentes a elevadas temperaturas, incêndios frequentes podem reduzir a riqueza de espécies em uma determinada área, provocando conseqüentemente uma grande perda na biodiversidade (Tews et al. 2006).

Estudos incizam que, em fragmentos de floresta seca com áreas que sofreram queimadas, pode existir diferença significativa na densidade do banco de sementes em relação as espécies pioneiras que compõem a vegetação destes ambientes. Fernandez et al. (2014), por exemplo, ao simular o uso do fogo, conseguiu identificar que o banco de sementes representa maior densidade e maior riqueza de espécies do que os indivíduos que compõem as espécies regenerantes já estabelecidas na área, e que isto pode ter acontecido devido ao tempo de uso do fogo nestes ambientes.

Estudos realizados em áreas que passaram por um processo de queima, apresentaram uma grande quantidade de espécies perenes de longa duração na assembleia de regenerantes, enquanto o banco de sementes apresentou uma elevada quantidade de espécies de vida curta (NAVARRA e QUINTANA-ASCENCIO, 2012). Neste caso, a densidade elevada do banco se repetia em outras áreas que não sofreram ação de queimadas, evidenciando que, apesar do fogo, as sementes presentes no solo ainda tinham potencial para regenerar o ambiente (NAVARRA e QUINTANA-ASCENCIO, 2012).

Apesar de alterar as condições do ambiente, nem sempre o fogo causa redução na riqueza florística. Alguns estudos identificam o recrutamento de novos indivíduos a partir de um banco de sementes resistente ao fogo, além disto, também indicam que a riqueza de espécies aumenta após a queima, e que muitas das espécies reapareceram ao longo do tempo. Desta forma, em alguns casos, o fogo também pode auxiliar para manter a riqueza florística no ambiente (ALVARADO et al., 2015).

Alguns estudos simulam a ação do fogo para compreender sua ação sob atributos da regeneração natural, na intenção de avaliar os efeitos das elevadas temperaturas sob a estrutura e funcionamento das espécies. Trabalhos desenvolvidos nas Ilhas Kangaroo, na Austrália, listaram as espécies resistentes às condições de queima e quais apresentaram-se viáveis após este tipo de perturbação. Aproximadamente metade das espécies nativas

encontradas na área antes da queima não germinaram, porém um grande número de espécies que não estavam presentes foram identificadas no banco, indicando que o mesmo armazena uma elevada riqueza e densidade de espécies diferentes do que fora encontrado na assembleia de regenerantes (DAVIES et al., 2013).

A frequência da queima dentro de uma área antropizada pode também demonstrar diferenças na composição do banco de sementes e da assembleia de regenerantes. O trabalho de Santana et al. (2014), com banco de sementes na bacia mediterrânica em Valência, Espanha, foi realizado em três áreas de floresta sazonalmente seca, onde uma delas nunca sofrera queima, outra foi queimada apenas uma vez e uma terceira área que sofrera dois processos de queima em um período de 60 anos. Foi observado que, a riqueza de espécies aumentou em áreas que sofreram queima, porém a densidade sofreu uma considerável redução. A queima, porém, possibilitou que um maior número de espécies herbáceas prevalecesse sobre as espécies lenhosas, indicando a função delas na regeneração das áreas que sofreram este tipo de impacto.

Alguns trabalhos propõem que a queima pode também ocasionar uma maior variabilidade genética dentro de uma área. Andrade e Miranda (2014) avaliaram o efeito da queima em uma floresta seca na região central do Brasil e destacaram que, antes do fogo, existia uma composição florística diferente das espécies encontradas nas análises pós-fogo. Segundo o mesmo autor, o efeito da queima possibilitou o reaparecimento de outras espécies que não estavam compondo a flora local por estarem armazenadas no banco de sementes.

Para Wall e Stevens (2015), a diferença na riqueza e composição florística após a queima, ocorre pelo fato de muitas das sementes que não possuem resistência ao calor morrerem, o que possibilita a emergência de plântulas que não possuem esta característica.

Para alguns autores, o julgamento do efeito do fogo sobre a biodiversidade é difícil, uma vez que a intensidade deste tipo de impacto para a riqueza e densidade de espécies depende da comunidade e espécie envolvida, mesmo comprovando que o efeito das queimadas frequentes acometa uma grande perda da biodiversidade (SCHMERBECK e FIENER, 2015).

### ***A influência da idade da floresta sobre o banco de sementes e assembleia de regenerantes***

Além do fogo, outro fator que também pode influenciar tanto no banco de sementes quanto na assembleia de regenerantes é a idade da floresta (OLIVEIRA et al. 2006). Li et al. (2014) sugeriram que a idade da floresta altera alguns atributos como a composição florística,

densidade e riqueza de espécies no banco de sementes em relação aos regenerantes, já que, o tempo de regeneração é diferente e cada floresta apresenta diferentes características na vegetação como a estrutura do seu dossel, que pode ser mais aberto ou fechado.

Segundo Esaete (2002), Bebawi et al. (2015) e Fienner et al. (2015), quanto mais recente for a ação antrópica, maior é a diferença na riqueza de espécies entre o banco de sementes e a assembléia de regenerantes.

Alguns estudos apontam que, o banco de sementes do solo em florestas preservadas apresenta uma maior quantidade de sementes de espécies arbóreas, enquanto em fragmentos mais jovens, por apresentarem um dossel mais aberto, o banco tende a ser dominado por espécies herbáceas pioneiras com ciclo de vida curto (PRICE e MORGAN, 2007; WANG, 2005). A diminuição de espécies herbáceas ocorre principalmente na estruturação e transição da floresta jovem para uma floresta madura, sendo reduzido gradualmente com o passar do tempo, quando as espécies de porte arbóreo já começam a se estabelecer ao longo da colonização do ambiente (QUINTANA-ASCENCIO et al., 1996; MATESANZ et al., 2011).

Durante este processo de colonização algumas espécies pioneiras podem não serem as únicas a participar da regeneração, pois pode existir também o estabelecimento de espécies oportunistas provenientes áreas próximas, principalmente por dispersão, tanto pelo vento como também por animais. (CHAIDEFTOU et al., 2009; GROMBONE-GUARATINI e RODRIGUES, 2002).

Segundo Araújo et al. (2014), em estudo com fragmento de diferentes idades de regeneração, a densidade e riqueza de espécies do banco de sementes do solo é maior em florestas maduras do que em florestas jovens, e que esta razão pode estar associada ao fato de que algumas espécies não conseguem germinar em florestas jovens por fatores como variações no sombreamento e na temperatura.

Alvarez-Aquino et al., (2014) identificou que a similaridade florística entre o banco de sementes e a vegetação regenerante pode ser baixa devido ao tempo de uso para fins agrícolas e que a remoção ou alteração no solo pode limitar a regeneração das florestas. Para estes autores, florestas mais jovens podem apresentar uma capacidade de resiliência muito maior do que florestas maduras, por apresentarem um maior número de sementes estocadas no solo, possibilitando uma rápida regeneração.

Alguns trabalhos vêm sendo desenvolvidos em áreas com diferentes status de regeneração e vêm apresentado importantes indicadores quanto ao que pode ser encontrado na densidade, riqueza e composição florística do banco de sementes e da assembleia de regenerantes. Young et al. (1987), ao trabalharem com quatro fragmentos de florestas com idades entre 3,3 a 75 anos, identificaram que pulsos de perturbação frequentes influenciam

diretamente na redução da riqueza de espécies, já que imediatamente após a perturbação, o número de sementes no solo cai devido à mortalidade, pela pouca entrada de sementes, (por dispersão ou vento), e pela ausência de germinação.

Segundo estes autores, algumas espécies podem permanecer dormentes no solo por muitos anos, e devido a processos intrínscicos de cada uma delas, podem germinar quando determinadas condições ocorrerem, como a presença da água ou até mesmo pela alimentação de animais.

O trabalho desenvolvido por Ferreras et al. (2015) em uma floresta nativa e antropizada, mostrou uma redução significativa na riqueza e densidade total de espécies do banco de sementes em comparação com as espécies contidas na mata nativa, independentemente da amostragem. Além disto, houve uma baixa similaridade florística entre o banco de sementes e a assembleia de regenerantes.

Segundo Gioria e Pyskek (2014), grande parte das espécies que não estão contidas na assembleia de regenerantes pode estar armazenada no banco de sementes e por razões intrínscicas (viabilidade e quebra de dormência específica de cada uma das espécies), elas emergem do solo para compor a flora local.

Os trabalhos que associam o banco de sementes e assembleia de regenerantes em áreas de diferentes idades e de diferentes históricos de uso podem auxiliar na compreensão do processo de reestabelecimento de um ecossistema perturbado, (PARKER et al., 2002; van der VALK et al. 1992; WILLIAMS-LINERA, 1990) no intuito de reverter impactos que possam levar ao esgotamento do banco de sementes do solo e a perda da diversidade florística do ambiente.

Alguns estudos indicam que o banco de sementes do solo possui um elevado potencial no processo de regeneração natural (PRICE e MORGAN, 2007; WANG, 2005). Mas, apesar disto, alguns autores sugerem que seu estudo seja realizado associado à assembleia de regenerantes, indicando que uma melhor recuperação de áreas degradadas não pode ser baseada apenas com a análise isolada do banco de sementes do solo (HEYDARI et al., 2014; GOLOS e DICSON, 2014).

Para alguns autores, muitas das espécies contidas na assembleia de regenerantes, que não estão contidas no banco, também irão atuar no processo de regeneração natural do ambiente, ainda que muitas das sementes contidas no solo também auxiliem neste processo (HEYDARI et al., 2014; PULLA et al., 2015; WALL e STEVENS, 2015).

Outros estudos (COSTALONGA et al., 2006; MARTINS e ENGEL, 2007; SOUZA, 2002;) indicam que ações antrópicas intensas afetam a densidade, a riqueza e a composição

florística do banco de sementes e da assembleia de regenerantes durante o processo de regeneração natural, refletindo assim na paisagem e estruturação da floresta ao longo do tempo.

De acordo com Kageyama e Gandara (2003), a diferença na riqueza, densidade de espécies e composição florística encontradas no banco de sementes e na assembleia de regenerantes em áreas com diferentes idades ou com diferentes históricos de uso, pode possibilitar o surgimento de uma paisagem heterogênea, com variações entre atributos florísticos.

Apesar do banco de sementes do solo possuir um elevado potencial ao longo da regeneração natural, apresentando uma elevada densidade e riqueza de espécies, poucos são os estudos que associam estes atributos com a assembleia de regenerantes (ALVARADO et al. 2015; DAVIES et al. 2013; GOLOS e DICSON, 2014; WALL e STEVENS, 2015), que, se realizados, podem apresentar resultados que auxiliem em uma melhor compreensão da reestruturação do ambiente após impactos antrópicos.

Diante das informações apresentadas, acredita-se que o estudo da riqueza de espécies, densidade e composição florística do banco de sementes do solo associado a assembleia de regenerantes podem apresentar dados importantes para melhor compreender os estágios iniciais da sucessão ecológica em florestas sazonalmente secas, possibilitando uma maior aplicação destes estudos na restauração de ambientes que sofreram algum tipo de perturbação.

---

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALVARADO, S. T.; BUISSON, E.; RABARISON, H.; RAJERARISON, C.; BIRKINSHA, W.C.; PORTER, P. L. Effects of heat on the germination of sclerophyllous forest species in the highlands of Madagascar. **Austral Ecology**, v. 40, p. 601 – 610, 2015.

ANDRADE L.A.Z. ; MIRANDA H.S. The dynamics of the soil seed bank after a fire event in a woody savanna in central Brazil. **Plant Ecology**, v. 215, p. 1199-1209, 2014.

ARAÚJO, E. L.; FERRAZ, E. M. N. Processos ecológicos mantedores da diversidade vegetal na Caatinga: estado atual do conhecimento. CLAUDINO DALES, V. (Org.) **Ecossistemas Brasileiros: manejo e conservação**, v.1, p. 345, 2003.

BEBAWI, F. F.; CAMPBELL S. D.; MAYER R.J.; Seed bank longevity and age to reproductive maturity of *Calotropis procera* (Aiton) W.T. Aiton in the dry tropics of northern Queensland. **The Rangeland Journal**, v.37, n.3, p. 239-247, 2015.

BOORMAN, L. A.; FULLER, R. M. The comparative ecology of two sand dune biennials: *Lactucavirosa* L. and *Cinoglossum officinale* L. **New Phytology**, v. 69, p. 609-629, 1984.

CASTELLANI, T. T.; SCHERER, K. Z.; PAULA, G. S. Population ecology of *paepalanthus polyanthus* (Bong) Kunth: Demography and life history of a sand dune monocarpic plant. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, p. 123-124, 2001.

CASTELLETTI, C. H. M.; SILVA, J. M. C.; TABARELLI, A. M. M.; Quanto ainda resta da Caatinga? Uma estimativa preliminar. In: J.M.C. Silva, M. Tabarelli, M.T. Fonseca & L.V. Lins (orgs.). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, p. 91-100, 2004.

CASTILLO M.; ARTURO J.; FLORES-RODRÍGUEZ, C.; PÉREZ-GARCÍA E. A.; ROMERO-ROMERO, M. A. Edaphic and seasonal heterogeneity of seed banks in agricultural field of a tropical dry Forest region in Southern Mexico. **Botanical Sciences**, v. 90, p. 8 -20, 2014.

CERVANTES, M.; CECCON, E.; CONSUELO B. Germination Of Stored Seeds Of Four Tree Species From The Tropical Dry Forest Of Morelos, Mexico. **Botanical Sciences**, v. 92, n. 2, p.281-287, 2014.



---

CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G.; MILANEZ D.; Consumo do mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) por caprinos na época da seca no semi-árido de Pernambuco. **Revista Caatinga**, v.19, n.4, p. 402-408, 2006.

CHAIDEFTOU, E.; THANOS, C. A.; BERGNEIER, E.; KALLIMANIS, A.; DIMOPOULOS, P. Seed bank composition and above-ground vegetation in response to grazing in sub-mediterranean oak forests (NW Greece). **Plant Ecology**, v. 201, p. 255-265, 2009.

CHOI, Y. D. Theories for ecological restoration in changing environment: Toward “futuristic” restoration. **Ecological Research**, v.19, n.1, p.75-81, 2004.

COSTA, C. S. B.; SEELINGER, U.; CORDAZZO, C. V. Distribution and phenology of *Andropogon arenarius* Hackel on coastal dunes of Rio Grande do Sul, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 48, n. 3, p. 527-536, 1988.

COSTALONGA, S.R.; REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; SILVA, A.F. DA; LIMA, E.E.B.; GUIMARÃES, F.P. Florística do banco de sementes do solo em áreas contíguas de pastagem degradada, plantio de eucalipto e floresta em Paula cândido, MG. **Floresta**, v.36, n.2, p. 239-250, 2006.

DAVIES R.J .; WHALEN M.A .; MACKLAY D.A .; TAYLOR D .; PISANU P. Does soil seed bank diversity limit post-fire regeneration in small, fragmented, long-unburnt remnants of fire adapted vegetation? **Biological Conservation**, v .158, p. 287-295. 2013.

ERENLER, H. E.; ASHTON, P. A.; GILLMAN, M. P. & OLLERTON, J. Factors determining species richness of soil seed banks in lowland ancient woodlands. **Biodiversity and Conservation**, n.19, p.1631–1648, 2010.

ESAETE, J. Effects of willow canopies on plant species performance in a low-alpine community. **Plant Ecology**, v. 161, n. 2, p. 157-166, 2002.

FIENNER, M. Seeds: the ecology of regeneration in plant communities. **CAB International**, Wallingford, U.K. v. 12, p. 231-258., 2015.

FERNÁNDEZ C.; JOSÉ A.; TERESA V. F. Reduccion de combustible en una charneca española por fuego prescrito y retallamientos mecánicos: efectos en la emergencia de plântulas. **Centro de Investigación Forestal**, v. 127, p. 36 – 41, 2014.

---

FERRERAS, A.E ; GIORGIS M.A; TECCO, P.A; CABIDO, M.R; FUNES, G. AImpact of *Ligustrum lucidum* on the soil seed bank in invaded subtropical seasonally dry woodlands (Cordoba, Argentina). **Biol Invasions**, v.17, p. 3547–3561, 2015.

GANDOLFI, S.; MARTINS, S. V.; RODRIGUES, R. R. Forest restoration. High diversity forest restoration in degraded areas: methods and projects in Brazil. **Nova Science Publishers**, 2006.

GATSUK, L.E.; SMIRNOVA, O.V.; VORONTZOVA, L.I.; ZAUGOLNOVA, L.B. & ZHUKOVA, L.A. Age states of plants of various growth forms: a review. **Journal of Ecology**, v.68, p. 675-96, 1980.

GIORIA M. J, PYSKEK P. Impact of invasions by alien plants on soil seed bank communities: emerging plants. **Perspect Plant Ecol Evol Syst**, v.16, p. 132–142, 2014.

GROMBONE-GUARATINI, M.T; RODRIGUES, R.R. Seed bank and seed rain in a seasonal semi-deciduous Forest in south-eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v.18, p. 759-774, 2002.

GOLOS P. J.; DIXON W. K. Minimizing waterproofing changing the viability or decline in soil seed bank in an arid environment. Australia. **Restoration Ecology**, v. 22, n. 4, p. 495–501, 2014.

HEYDARI, M.; POTHIER, D.; FARAMARZI, M.; MERZAEI, J. Short-term abandonment of human disturbances in Zagros Oak Forest ecosystems: Effects on secondary succession of soil seed bank and aboveground vegetation. **Biodiversitas**, v.15, n.2, p.147-161. 2014.

HOPFENSBERGER, K. N. A review of similarity between seed bank and standing. **Oikos**, n.116, p.1438-1448, 2007.

JANZEN, H. H., PAUSTIAN, K. A. O. J. H., ANDRÉN, O., LAL, R., SMITH, P., TIAN, ; WOOMER, P. L. Agricultural soils as a sink to mitigate CO2 emissions. **Soil use and management**, v. 13, n.4, p. 230-244, 1997.

JELTSCH, F., WEBER, G.E., GRIMM, V. Ecological buffering mechanisms in savannas: a unifying theory of long-term treegrass coexistence. **Plant Ecology**, n. 36, p. 161–171, 2000.

---

LAWSON, E.J.R. & POETHIG, R.S. Shoot development in plants: time for a change. **Trends in Genetics**, v.11, p. 263-268, 1995.

LOPES, A.V; NADIA, T. L.; MACHADO, I. C.; Polinização de *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae) e análise da partilha de polinizadores com *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae), espécies frutíferas e endêmicas da caatinga. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n. 1, p. 89-100, 2007.

KASSAHUN, A.; SNYMAN, H. A.; SMIT, G. N. Soil seed bank evaluation along a degradation gradient in arid rangelands of the somali region, eastern etiopia. **Agriculture, ecosystems and environment**, v. 129, p. 428-436, 2009.

LI. X.; JIANG D.; ZHOU. Q.; OSHIDA. T. Seed soil characteristics of the bank under a sequence of *Caragana microphylla* shrubs in the dry region of northeastern China. **Land Degrad**, v. 25, p. 236-243, 2014.

LOYDI, A., ZALBA, M.S., DISTEL, A.R. Viable seed banks under grazing and exclosure conditions in montanemesic grasslands of Argentina. **Acta Ecologica**, v. 43, p. 1-5, 2012.

MEAVE J. A.; FLORES-RODRÍGUEZ C.; PÉREZ-GARCÍA E. A.; ROMERO ROMERO M. A. Soils and seasonal heterogeneity of seed banks in agricultural fields in a region of tropical dry forest in southern Mexico. **Botanical Sciences**, v. 90, n.3, p. 313-329, 2012.

MARTINS, A.M. & ENGEL, V.L..Soil seed banks in tropical forest fragments with different disturbance histories in southeastern Brazil. **Ecological Engineering**, n. 31, p. 165-174, 2007.

MacFARLAND W.; KINZER A.T .; BANKS J.E. Coupled human-natural regeneration of indigenous coastal dry forest in Kenya. **Forest, Ecology and Management**, v. 354, p. 149-159, 2015.

MATESANZ, S.; BROOKER, R.W.; VALLADARES, F.; KLOTZ, S. Temporal dynamics of marginal steppic vegetation over a 26-year period of substantial environmental. **Acta Ecologica**, v. 42, p. 1-5, 2011.

NAVARRA J.J.; QUINTANA-ASCENCIO P.F. Spatial pattern and composition of vegetation Florida seed bank and vegetation along a gradient of anthropogenic disturbance. Florida. **Applied Vegetation Science**, v.15, p. 349–358, 2012.

PARKER, G. G; LEFSKY, M. A.; COHEN, W. B.; HARDING, D. J. Remote Sensing for Ecosystem Studies Lidar, an emerging remote sensing technology that directly measures the three-dimensional distribution of plant canopies, can accurately estimate vegetation structural attributes and should be of particular interest to forest, landscape, and global ecologists. **BioScience**, v. 52, n. 1, p. 19-30, 2002.

PRICE, J. N.; MORGAN, J. W. Vegetation dynamics following resource manipulation in herb-rich woodland. **Plant Ecology**, v. 188, p. 29-37, 2007.

PULLA, S.; RAMASWAMI, G.; MONDAL, N.; CHITRA-TARAK, R.; SURESH, H.S.; DATTARAJA, H.S.; VIVEK, P.; PARTHASARATHY, N.; RAMESH, B.R.; SUKUMAR, R. Assessing the resilience of global seasonally dry tropical forests. **International Forestry Review**, v. 17, p. 91-113, 2015.

PUTZ, F. E.; APPANAH, S. Buried seeds, newly dispersed seeds, and the dynamics of a lowland forest in Malaysia. **Biotropica**, v.19, n 4, p. 326-333, 1987.

QUINTANA-ASCENCIO, P. F., M. GONZALEZ-ESPINOSA, N. RAMIREZ-MARCIAL, G. DOMINGUES-VAZQUEZ, AND M. MARTINEZ-ICO. Soil seed banks and regeneration of tropical rain forest from Milpa fields at the Selva Lacandona, Chiapas, Mexico. **Biotropica**, v. 28, n.2, p. 192-209, 1996.

REIS, A. M.; ARAÚJO, E. L.; FERRAZ, E. M. N; MOURA, A. N. Inter-annual variations in the floristic and population structure of herbaceous community of “caatinga” vegetation in Pernambuco, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 3, p. 497-508, 2006.

RIVERO, S; ALMEIDA, O; AVILA, S; OLIVEIRA, W. Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. **Nova econ**, v.19, n.1, p. 41-66, 2009.

ROBERTS, E.H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Sci. and Technol**, v.3, n.1, p.499-514, 1973.

SCHMERBECK J.; FIENER P. Wildfires, Ecosystem Services, and Biodiversity in Tropical Dry Forest in India. **Environmental Management**, v.56, p. 355-372, 2015.

SANTANA V.M .; ALDAY J.G .; BAEZA M.J. Effects of fire regime shift in Mediterranean Basin ecosystems: changes in soil seed bank composition among functional types. **Plant Ecology**, v. 215, p. 555-566, 2014.

SCHERER, C.; JARENKOW, J. A. Banco de sementes de espécies arbóreas em floresta estacional no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira Botânica**, v.29, n.1, p. 67-77, 2006.

SILVA, F. F; NOVAES JUNIOR, R. A. **Estimativa da antropização da cobertura vegetal nas bacias hidrográficas do Parque Nacional das Emas, Goiás, bioma Cerrado, por meio de dados do sensor orbital**. CCD/CBERS, 2010. 81 f.: il

SOUMIT K. BEHERA ; MALAYA K. MISRA. Floristic and structure of the herbaceous vegetation of four recovering forest stands in the Eastern Ghats of India. **Biodiversity and Conservation**, v. 15, p. 2263-2285, 2006

SOUZA, P. A. **Estudo da sazonalidade da serapilheira sobre o banco de sementes visando seu uso na recuperação de áreas degradadas**. 130 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidades Federais de Viçosa, Viçosa, MG, 2003.

SOUZA, P.A. VENTURIN, N.; GRIFFITH, J.J., MARTINS, S.V. Avaliação do banco de sementes contido na serrapilheira de um fragmento florestal visando recuperação de áreas degradadas. **Cerne**, v.12, n.1, p. 56-57, 2006.

SCIAMA. A. T.; SOUZA L. M.; VALENÇA. C. M, Componente herbáceo de fragmentos de matas de restinga no Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botânica Brasilíca**, v.17, n.2, p. 370-379, 2009.

SCHERER, A.; MARASCHIN-SILVA, F.; BAPTISTA, L. R. M. Florística e estrutura do componente arbóreo de matas de restinga arenosa no Parque Estadual de Itapuã, RS, Brasil. **Acta Botânica Brasilíca**, v.19, n.4, p. 717-726, 2005.

SUNIL. P.A.M AMARASINGHE K. T. K. **Soil seed bank dynamics of selected wet and dry forests in Southern Sri Lanka**. Department of Crop Science, Faculty of Agriculture, University of Ruhuna, Mapalana, Kamburupitiya, 2007.

TABARELLI, M.; Abiotic and vertebrate seed dispersal in the Brazilian Atlantic Forest: implication for forest regeneration. **Biological Conservation**, v.106, n. 2, p. 165-176, 2008.

TESSEMA. Z. K., BOER, W. F., BAARS, R. M., PRINS, H. H. Influence of Grazing on Soil Seed Banks Determines the Restoration Potential of Aboveground Vegetation in a Semi-arid Savanna of Ethiopia. **Biotropica**, n. 44, p. 211–219, 2012

TEWS, J., ESTHER, A., MILTON, S.J., JELTSCH, F. Linking a population model with an ecosystem model: Assessing the impact of land use and climate change on savanna shrub cover dynamics. **Ecological Modelling**, v. 34, n.195, p. 219-228, 2006

TONIATO, M. T. Z.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Variations in tree community composition and structure in a fragment of tropical semi-deciduous forest in southeastern Brazil related to different human disturbance histories. **Forest Ecology and Management**, v.198, p.319-339, 2004.

TRILLERAS J.M .; JARAMILLO V.J .; VEGA E.V .; BALVANERA P. Effects of livestock management on the supply of ecosystem services in pastures in a tropical dry region of western, Mexico. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 211, p. 133-144. 2015.

VALENTA K.; STEFFENS T. S.; RAFALIARISOR R.R., CHAPMAN C.A.; LEHMAN S.M. Bancos de Sementes em Savanna: diferenças entre fragmentos e bordas florestais contínuas em um seco Floresta Tropical em Madagascar. **Biotropica**, v.47, n.4, p.435-440. 2015.

VAN DER VALK, A. G.; PEDERSON, ROGER L.; DAVIS, C. B. Restoration and creation of freshwater wetlands using seed banks. **Wetlands Ecology and Management**, v.1, n. 4, p. 191-197, 1992.

WALL C. B .; STEVENS K.J. Assessing wetland mitigation efforts using standing vegetation and seed bank community structure in neighboring natural and compensatory wetlands in north-central Texas. **Wetlands Ecology Manage**, v 23, p. 149-166, 2015.

WANG, R. Z. Demography variation and biomass allocation of *Agropyron cristatum* grown on steppe and dune sites in the Hunshandake Desert, North China. **Grass and forage Science**, v.60, p. 99-102, 2005.

OLIVEIRA, P.A.N. Comparação dos atributos florísticos do banco...

---

WILLIAMS-LINERA. Vegetation structure and environmental conditions of forest edges in Panama. **The Journal of Ecology**, v.14, n.1, p. 356-373, 1990.

YOUNG, K. R., EWEL, J. J. & BROWN, B. J. Seed dynamics during forest succession in Costa Rica. **Vegetatio**. n.71, p. 157-173, 1987.

Manuscrito

**Efeito da ação antrópica sobre a regeneração natural em floresta tropical seca: um enfoque sobre o banco de sementes e a assembleia de regenerantes**

Pedro Arthur do Nascimento Oliveira<sup>1</sup>, Elcida de Lima de Araújo<sup>1</sup>, André Mauricio Melo Santos<sup>2</sup>, Kleber Andrade da Silva<sup>2</sup>

1. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia, Área Botânica, Dois Irmãos, 52171-900. Recife-PE, Brasil.
2. Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, Rua Alto do Reservatório s/n, bela Vista CEP: 55608-680. Vitória de Santo Antão – PE, Brasil

Será submetido para o Periódico Journal of Arid Environments (ver Anexo 1).



**Resumo**

Muitas das perturbações antrópicas em florestas sazonalmente secas, quando constantes, podem restringir o seu potencial de regeneração, alterando os atributos do banco de sementes e da assembleia de regenerantes, como a riqueza, densidade e composição florística. Considerando a premissa de que o banco de sementes do solo possui uma maior riqueza e número de sementes do que a assembleia de regenerantes, este estudo pretendeu testar as seguintes hipóteses: 1) o banco de sementes possui uma maior riqueza de espécies do que a assembleia de regenerantes e ações antrópicas intensificam esta diferença; 2) o banco de sementes possui uma maior densidade do que a assembleia de regenerantes e ações antrópicas intensificam esta diferença; 3) a composição florística do banco de sementes é diferente da assembleia de regenerantes e ações antrópicas intensificam esta diferença. O estudo foi desenvolvido em um trecho de floresta jovem e madura de Caatinga, localizada no Instituto de Pesquisa Agropecuária (IPA) em Caruaru, Pernambuco. Para o banco de sementes, foram coletadas aleatoriamente em cada floresta 20 amostras de solo incluindo a serrapilheira, irrigadas diariamente durante um período de seis meses em casa de vegetação. Para a amostragem da assembleia de regenerantes foram instaladas aleatoriamente 20 parcelas de 1x2 m, em cada trecho da floresta jovem e madura. Foram consideradas pertencentes à assembleia de regenerantes as espécies herbáceas além de plântulas e juvenis de espécies lenhosas, que possuíam até 1 m de altura. Das 56 espécies encontradas no total em floresta jovem e madura, nove espécies da assembleia de regenerantes não foram encontradas no banco de sementes, que apresentou 10 espécies que não foram encontradas na assembleia de regenerantes. Neste estudo, nas florestas jovem e madura, não houve diferença significativa na riqueza de espécies entre o banco de sementes e a assembleia de regenerantes, mas a composição florística não é a mesma. Ações antrópicas intensificam a diferença na densidade do banco de sementes e assembleia de regenerantes entre florestas jovem e madura.

**Palavras Chave:** floresta seca, área preservada, antropização

**Abstract**

Many disturbances caused by humans in seasonally dry forests, where constants, may restrict its regeneration potential by changing the attributes of the seed bank and regenerating assembly, as wealth, density and composition. Based on the assumption that the soil seed bank has greater wealth and number of seeds than the meeting of regenerating, this study aimed to test the following hypotheses: 1) the seed bank has a higher species richness than the House of regenerating and human activities intensify this difference; 2) the seed bank has a higher density than the meeting of regenerating and human activities intensify this difference; 3) the floristic composition of the seed bank is different from regenerating assembly and human activities intensify this difference. The study was conducted in a stretch of young and mature forest Caatinga, located at the Agricultural Research Institute (IPA) in Caruaru, Pernambuco. To the seed bank were collected randomly in each forest 20 soil samples including litter, irrigated daily for a period of six months in a greenhouse. For sampling regenerating assembly were randomly 20 plots of 1x2 m, in each section of young and mature forest. They were considered to belong to the assembly of regenerating the herbaceous species as well as seedlings and juveniles of woody species, which had up to 1 m tall. Of the 56 species found in total in young and mature forest, nine species of regenerating assembly were not found in the seed bank, which showed that 10 species were found in regenerating assembly. In this study, the young and mature forests, there was no significant difference in species richness between the seed bank and the assembly of regenerating, but the floristic composition is not the same. human actions intensify the difference in the density of seed bank and assembly of regenerating between young and mature forests.

**Key words:** dry forests, preserved area, anthropization

## **Introdução**

Os estudos do banco de sementes do solo e da assembleia de regenerantes são utilizados para compreender a reestruturação de áreas que sofreram algum tipo de impacto antrópico (Prince e Morgan, 2007; Wang, 2005), que ao se intensificarem, podem levar ao esgotamento progressivo das sementes no solo, restringindo a regeneração natural de um fragmento, alterando sua riqueza, densidade e a composição florística (Gorresio-roizman, 1993; Saulei e Swaine 1988).

Dentre os principais e mais freqüentes impactos que afetam nos atributos florísticos como a composição florística, a riqueza e a densidade do banco de sementes e dos regenerantes, estão a pastagem (para implantação da agricultura e pastagem), as queimadas (Jeltsch et al. 2000; Tews et al. 2006), além disto, a idade da floresta também pode interferir nestes atributos (Davies et al. 2013).

Em fragmentos de florestas com diferentes idades, a similaridade florística entre o banco de sementes e a vegetação acima do solo é baixa, no entanto, o nível de similaridade vai aumentando com o aumento na idade da floresta (Li et al. 2014). Portanto, ações antrópicas podem intensificar as diferenças na riqueza, densidade e composição florística do banco de sementes e assembleia de regenerantes. Áreas que sofrem impactos constantes apresentam variações na densidade e riqueza do banco de sementes, havendo diferença entre as espécies encontradas na vegetação local (Meave et al. 2012; Valenta et al. 2015; Young et al. 2012).

Alguns trabalhos sugerem que o banco de sementes do solo possui uma maior riqueza e número de sementes do que a assembleia de regenerantes, por terem um potencial de armazenar uma maior quantidade espécies protegidas no solo, e que as diferenças nestes atributos, assim como sua composição, podem se intensificar ao longo do tempo em algumas áreas (Alvarez-aquino et al. 2014; Sujarwo e Arinaza, 2013)

Apesar do banco de sementes do solo possuir um elevado potencial no processo de regeneração natural, alguns autores sugerem que sua análise seja realizada associada a assembleia de regenerantes (Alvarado et al. 2015; Davies et al. 2013; Golos e Dicson, 2014; Wall e Stevens, 2015). Para estes autores, uma melhor recuperação de áreas antropizadas não deve ser baseada apenas com a análise do banco de sementes do solo, pois muitas das espécies que estão contidas na assembleia de regenerantes também atuam no processo de regeneração da vegetação (Gioria e Pyskek, 2014; MacFarland et al. 2015).

Apesar de apresentarem resultados significativos, é necessário compreender como os estudos de banco de sementes, associados a assembleia de regenerantes, podem intensificar o entendimento sobre processo de regeneração natural em áreas com diferentes históricos de uso (Costalonga et al. 2006; Souza et al. 2006; Martins e Engel, 2007).

Diante da necessidade de estudos que associem os atributos florísticos (densidade, riqueza e composição) do banco de sementes com a assembleia de regenerantes, esta pesquisa tem como objetivos: 1) Caracterizar a riqueza, composição florística e a densidade o banco de sementes do solo e da assembleia de regenerantes em trechos de floresta madura e floresta jovem; 2) Determinar se existe diferença na composição florística, riqueza de espécies e densidade do banco de sementes em relação à assembleia de regenerantes em trechos de vegetação com diferentes idades de regeneração natural.

Considerando a premissa de que o banco de sementes do solo possui uma maior riqueza e número de sementes do que a assembleia de regenerantes, este estudo pretendeu testar as seguintes hipóteses: 1) o banco de sementes possui uma maior riqueza do que a assembleia de regenerantes e diferentes históricos de ações antrópicas intensificam esta diferença; 2) o banco de sementes possui uma maior densidade do que a assembleia de regenerantes e diferentes históricos de ações antrópicas intensificam esta diferença; 3) a composição florística do banco de sementes é diferente da assembleia de regenerantes e diferentes históricos de ações antrópicas intensificam esta diferença.

## **Material e métodos**

### ***Área de estudo***

O estudo foi desenvolvido em uma área de caatinga localizada no Instituto de Pesquisa Agropecuária (IPA), em Caruaru, Pernambuco (8°14' 18'' S e 35° 55'20'' W, 535 m de altitude). O clima local é do tipo BSh de Köppen com precipitação média anual de 680 mm com temperaturas mínima e máxima de aproximadamente 11° C e 38° C, respectivamente, e temperatura média de 22,7 °C. A estação chuvosa ocorre geralmente entre os meses de março e agosto, e a estação seca ocorre de setembro a fevereiro, normalmente com chuvas inferior a 30 mm por mês. Chuvas erráticas e eventuais na estação seca e veranicos na estação chuvosa podem ocorrer (Araújo et al., 2008). O solo é classificado como podzólico amarelo eutrófico, abrupto, com textura franco-arenosa, apresentando afloramentos rochosos, pertencentes à província estrutural da Borborema, drenado pelo riacho Olaria, afluente do rio Ipojuca (Alcoforado-Filho et al., 2003).

O IPA ocupa uma área de 190 ha e foi criado com a finalidade de desenvolver pesquisas voltadas para pecuária e agricultura. Antes da sua implantação, a área era ocupada por uma mancha única de vegetação natural de Caatinga. Atualmente, a vegetação nativa atual encontra-se reduzida a um fragmento com cerca de 30 ha, chamado de floresta madura (Santos et al. 2009). Neste fragmento, a vegetação lenhosa forma um dossel mais fechado e, conseqüentemente, um subbosque mais sombreado (Santos et al., 2009). As famílias mais ricas em espécies lenhosas na floresta madura são Mimosaceae, Caesalpiniaceae, Euphorbiaceae e Cactaceae (Alcoforado-Filho et al., 2003; Araújo et al., 2007) e as mais ricas em espécies herbáceas são Poaceae, Euphorbiaceae, Convolvulaceae, Malvaceae, Asteraceae e Fabaceae (Araújo et al., 2008; Reis et al., 2006). Na floresta madura, não existe registro de corte raso da vegetação há pelo menos 55 anos e esta vem sendo protegida do trânsito de animais domésticos (Lopes et al., 2007; Santos et al., 2009).

Em 1994, uma área de 3 ha de floresta sofreu corte raso para o estabelecimento de um cultivo de palma gigante (*Opuntia ficus indica* Mill.) sem o uso do fogo. Durante o cultivo não foi utilizado fertilizante e nem esterco de curral. Após seis meses de cultivo, a área de 3 ha foi abandonada e, desde então, a vegetação vem se regenerando naturalmente, sendo chamada de floresta jovem (Lopes et al., 2009; Souza et al., 2013a). Na floresta jovem, existem plantas que desenvolveram copas, proporcionando condições de sombreamento no solo. Contudo, a maioria dos trechos desta área não possui vegetação lenhosa bem desenvolvida. Portanto, o dossel é mais aberto do que na floresta madura e, conseqüentemente, com um subbosque menos sombreado. O trecho de floresta jovem está separada do trecho de floresta madura por uma estrada de 3 m (Figura 1).

#### ***Amostragem da assembleia de regenerantes***

Foram consideradas pertencentes à assembleia de regenerantes as espécies herbáceas e plântulas e juvenis de espécies lenhosas, que possuíam até 1 m de altura. Considerou-se plântula: indivíduos recém-germinados que apresentavam caules tenros e verdes, com ou sem cotilédones; juvenil: indivíduos com caule lignificado e sem ramificação caulinar ou ramificação de ordem apenas primária e presença de uma sistema radicular próprio (Lawson e Poethig, 1995; Araújo et al., 2008; Gatsuk et al., 1980).

Para a amostragem da assembleia de regenerantes foram instaladas aleatoriamente através do software Arcview 3.2, 80 parcelas de 1x1 m (Santos, 2009), sendo 40 na floresta madura e 40 na floresta jovem. Foram registradas a riqueza, composição florística e densidade

no interior das parcelas. Considerando os trabalhos desenvolvidos na mesma área que identificaram efeitos da variação temporal da precipitação em atributos da assembleia de regenerantes, os censos foram feitos nas estações chuvosa (entre maio e agosto) e seca (entre setembro e abril) de 2014 e 2015.

#### ***Amostragem do banco de sementes***

Foram coletadas 40 amostras de solo na floresta madura e 40 na floresta jovem, ao lado das parcelas instaladas para o censo da assembleia de regenerantes. Estudos sobre o banco de sementes mostram que existe variação sazonal nos atributos do banco de sementes da caatinga (Santos et al. 2015; Silva et al. 2013;), portanto, para incorporar o efeito da sazonalidade sobre o banco, as coletas foram feitas no final da estação chuvosa (agosto de 2014) e no final da estação seca (fevereiro de 2015). A coleta do solo foi feita através de parcelas confeccionadas com chapa galvanizada de 20 x 20 cm, com 5 cm de profundidade e incluindo a serrapilheira. A metodologia adotada é semelhante à de outros trabalhos já realizados sobre banco de sementes do solo (Santos et al., 2015).

Após a remoção do solo, as amostras foram acondicionadas separadamente em sacos plásticos e etiquetadas por número de parcela e tipo de floresta (jovem ou madura). Após este procedimento, o solo foi transferido para bandejas de isopor (20 x 40 x 3 cm) na casa de vegetação do Programa de Pós-graduação em Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco (PPGB/UFRPE). As bandejas foram posicionadas em fileiras nas bancadas da casa de vegetação e irrigadas diariamente durante um período de seis meses, seguindo a metodologia de Santos et al. (2015).

A riqueza de espécies, composição florística e a densidade do banco de sementes foram determinadas pelo método de emergência de plântulas. A contagem de plântulas emergentes de cada amostra foi feita diariamente. As plântulas foram etiquetadas, anotando-se a data de emergência. A identificação das espécies/família foi feita por chaves de identificação e auxílio de especialistas, utilizando o sistema de classificação APG III. As plantas não identificadas foram transferidas para recipientes de polietileno e monitoradas até correta identificação.

#### ***Análise dos dados***

Diferenças na riqueza e na densidade médias entre o banco de sementes do solo e a assembleia de regenerantes entre os fragmentos de floresta madura e jovem foram verificadas

através de Modelos Lineares Generalizados (ANOVA) com teste de Tukey a posteriori (McCullagh & Nelder, 1989). As análises foram realizadas pelo programa Statistic 7.0.

A similaridade florística entre o banco de sementes do solo e a assembleia de regenerantes nas florestas madura e jovem foi comparada através da Análise de Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS), utilizando a matriz de dissimilaridade Bray-Curtis com base na densidade relativa das espécies das 20 unidades amostrais de cada uma das duas áreas de estudo. O ANOSIM foi utilizado para verificar a significância do agrupamento formado no NMDS. As análises NMDS e ANOSIM foram realizadas pelo programa Primer versão 6.1.6 (Clarke e Gorley, 2006).

## Resultados

### *Riqueza e Composição Florística*

A riqueza da assembleia de regenerantes e do banco de sementes do solo das florestas madura e jovem apresentou um total de 56 espécies, 52 gêneros e 26 famílias (Tabela 1). Do número total de espécies, apenas três foram identificadas como morfoespécie. No banco de sementes da floresta jovem foi encontrado um total de 16 famílias e 22 gêneros, enquanto na floresta madura um total de 22 famílias e 35 gêneros. Em relação a assembleia de regenerantes, na floresta jovem fora encontrado um total de 16 família e 21 gêneros, enquanto na floresta madura apresentou um total de 24 famílias e 37 gêneros.

Na floresta jovem foram registadas 33 espécies, sendo 28 na assembleia de regenerantes e 30 no banco de sementes. Na floresta madura foram registradas 52 espécies, sendo 43 na assembleia de regenerantes e 43 no banco de sementes. As famílias com maior riqueza neste estudo foram Asteraceae (6), Fabaceae (6), Euphorbiaceae (4) e Poaceae (4).

Não houve diferença significativa entre a riqueza média dos regenerantes e do banco de sementes nas duas florestas (Figura 2). A curva de acumulação das espécies (Figura 4) também confirmou ausência nas diferenças entre a riqueza de espécies do banco de sementes e assembleia de regenerantes nas florestas jovem e madura.

Na floresta jovem *Bidens bipinata* L., *Centratherum punctatum* Cass., *Melanthera* sp, *Corchorus hirtus* L. e *Pappophorum pappiferum* foram exclusivas do banco de sementes e apenas *Evolvulus filipes* Mart., *Vignia peduncularis* e Urtecaeae sp. dos regenerantes.

Apesar de poucas espécies exclusivas, houve diferença significativa entre a composição florística do banco de sementes e dos regenerantes (R-global = 0,107; p = 0,001; Figura 3).

Na floresta madura, *Pseuderanthemum detruncatum* Rodlk. , *Ruellia bahiensis*, *Myracrodruonur undeuva*, *Alocasia plumbea*, *Anthurium affine*, *Gnaphalium spicatum*, *Melanthera* sp. , *Poincianella pyramidalis* e Mimosaceae sp. foram exclusivas do banco de sementes e *Crypthanthus bahianus* var. *ruber.*, *Evolvulus filipes*, *Acalypha ulticaulis*, *Centrosema sagittatum*, *Vigna peduncularis*, *Cuphea prunellifolia*, *Phyllanthus niruri*, *Digitaria sanguinalis* e *Talinum paniculatum* foram exclusivas dos regenerantes.

Também houve diferença significativa entre a composição florística do banco de sementes e dos regenerantes ( $R\text{-global} = 0,038$ ;  $p = 0,03$ ; Figura 3).

### **Densidade**

O banco de sementes apresentou uma densidade total de 9.825 indivíduos/1,6m<sup>2</sup>, enquanto a assembleia de regenerantes apresentou uma densidade total de 3.886 indivíduos/40m<sup>2</sup>. Considerando todos os indivíduos registrados, 85% pertencem a espécies herbáceas e 15% a espécies lenhosas.

Na floresta jovem, a densidade total do banco de sementes foi 3.143 indivíduos e dos regenerantes foi 1.976 indivíduos. Não houve diferença significativa entre a densidade média do banco de sementes e dos regenerantes na floresta jovem (Figura 2).

Na floresta madura, a densidade total do banco de sementes foi 6.682 indivíduos e dos regenerantes foi 1.910 indivíduos. A densidade média do banco de sementes foi significativamente maior do que a densidade média dos regenerantes (Figura 2).

Na floresta jovem as espécies contidas na assembleia de regenerantes com maior densidade foram *Panicum trichoides* Sw., *Panicum venezuelae* Hack, *Cnidocolus urens* (L.) Arthur , *Gomphrena vaga* Mart e *Hipperastum araripinum* Herb, enquanto no banco de sementes foram as espécies *Hipperastum araripinum* Herb, *Gomphrena vaga* Mart, *Calisia repens* (Jacq.) L. e *Panicum trichoides* Sw. (Tabela 1).

Na floresta madura, as espécies regenerantes com maior densidade foram *Callisia repens*, *Panicum venezuelae*, *Hipperastrum araripinum*, *Bidens pilosa* L. e *Dioscorea coronatta* Hauman. Enquanto no banco de sementes do solo, as espécies com maior densidade foram *Panicum trichoides* , *Talinum triangulare* (Jacq.) Willd., *Gomphrena vaga*, *Callisia repens* e *Commelina bengalensis* Vahl. (Tabela 1).



## Discussão

Em áreas de florestas tropicais secas, a remoção da vegetação nativa para a implantação da agricultura ou pecuária tem sido bastante comum. O uso da terra tem causado um forte impacto sobre a regeneração natural das florestas (Price e Morgan, 2007). Por exemplo, a riqueza e a densidade do banco de sementes em áreas antropizadas chegam a ser 80% menor do que a riqueza da assembleia de regenerantes. Em áreas preservadas essa diferença reduz para 20% (Kassahun et al. 2009). Além disso, o fato da riqueza de espécies e densidade do banco de sementes serem diferentes dos regenerantes, em alguns casos, pode ocorrer devido a predação de sementes ou até mesmo diferentes estágios de dormência (Loydi et al. 2012 ; Li et al. 2014).

Entretanto, este estudo mostra que nem sempre a riqueza do banco de sementes é diferente da riqueza da assembleia de regenerantes em áreas com diferentes idades. A riqueza do banco e dos regenerantes foi semelhante tanto na floresta madura quanto na floresta jovem. Portanto, a primeira hipótese deste estudo não foi aceita.

Estes resultados contradizem as afirmações de Esaete (2002), Bebawi et al. (2015) e Fienner et al. (2015), de que quanto mais recente for a ação antrópica, maior é a diferença na riqueza de espécies entre o banco de sementes e a assembleia de regenerantes.

Vale salientar que a floresta jovem tem 20 anos de idade e, este tempo pode ter sido suficiente para que a riqueza do banco de sementes seja semelhante a da assembleia de regenerantes.

Tanto na floresta jovem quanto na floresta madura, a densidade do banco de sementes foi significativamente maior do que a da assembleia de regenerantes. Além disso, a densidade foi menor na floresta jovem, mostrando que ações antrópicas intensificam as diferenças nas densidades. Desta forma, a segunda hipótese deste estudo foi aceita.

No entanto, vale ressaltar que na floresta madura, apenas 28% das sementes presentes no banco formaram a assembleia de regenerantes e na floresta jovem 63% das sementes presentes no banco formaram a assembleia de regenerantes. O que estaria acontecendo com as sementes presentes nas florestas jovem e madura que não estão germinando? Apesar de não ter sido quantificado neste estudo, alguns fatores como predação, perda de viabilidade devido a elevadas temperaturas e deficiência hídrica durante a estação seca, podem ocorrer. O papel ecológico de cada espécie que forma o banco de sementes em cada uma das áreas também deve ser considerado, já que algumas espécies presentes no solo podem germinar devido a

condições abióticas específicas, além de que algumas destas podem apresentar pulsos quanto a sua presença no ambiente.

Algumas condições abióticas da floresta também podem influenciar nas mudanças na densidade. Segundo Mekuria et al. (2007) e Santos et. al. (2009), as florestas maduras apresentam uma maior proteção a insolação, devido ao grande número de espécies que protegem o solo de temperaturas elevadas, proporcionando condições mais favoráveis ao estabelecimento de um maior número de espécies. A maioria dos trechos na floresta jovem não possui vegetação lenhosa bem desenvolvida, apresentando um dossel mais aberto e com menos sombreamento, o que pode impedir que algumas espécies possam se desenvolver.

Em relação à composição florística, existe um grupo de espécies que está presente apenas no banco de sementes e outro grupo presente apenas na assembleia de regenerantes, o que confirma a terceira hipótese deste estudo. Contudo, a quantidade de espécies exclusivas do banco e dos regenerantes na floresta madura é maior do que na floresta jovem. Portanto, nem sempre a similaridade florística entre o banco de sementes e a assembleia de regenerantes muda drasticamente após ações antrópicas. Também pode ocorrer um aumento no nível de similaridade em áreas antropizadas quando comparada a similaridade em áreas preservadas.

As diferenças nas composições florísticas registradas neste estudo são semelhantes aos dados encontrados por Cervantes et al. (2014) e Trilleras et al. (2015), onde as espécies que compõem a flora regenerante local não correspondem as espécies encontradas no banco de sementes. Segundo estes autores, o banco de sementes pode permitir que muitas das espécies permaneçam protegidas no solo ao longo do tempo, aguardando condições específicas para germinar, apresentando um forte potencial quanto a capacidade de regeneração de um ambiente.

Segundo os trabalhos de Alvarez-Aquino et al. (2014) e Valenta et al. (2015), alguns fatores específicos podem influenciar nas diferenças na composição florística do banco de sementes e assembleia de regenerantes. Muitas das espécies encontradas no banco de sementes podem ser provenientes de anos anteriores. Young et al. (1987), ao trabalhar com quatro fragmentos de florestas com idades entre 3,3 a 75 anos, verificou que a composição florística do banco de sementes do solo foi semelhante a composição florística de trabalhos realizados há dez anos antes. Estes autores sugerem que, espécies provenientes de outros anos podem acumular-se no solo e emergirem ao longo do tempo, podendo não germinar na estação chuvosa seguinte.

Os resultados encontrados na presente pesquisa são semelhantes aos destacados por Ferreras et al. (2015), em fragmentos de floresta nativa e antropizada, em que houve a redução da riqueza total no banco de sementes em comparação com a assembleia de regenerantes, porém a composição florística entre os atributos foram diferentes.

Segundo Gioria e Pyskek (2014), uma grande parte das espécies que não estão contidas nos regenerantes estão armazenadas no banco de sementes, e que por razões intrínscicas de cada espécie, elas emergem do solo para compor a flora local, mesmo que muitas delas não estejam presentes na composição florística dos regenerantes.

A Teoria da Estocasticidade (Hubbell, 2002) pode explicar a ausência de algumas espécies regenerantes em relação ao banco de sementes, como as espécies *Pseuderanthemum detruncatu* (Nees & Mart.) Radlk., *Ruellia bahiensis* (Nees) Morong. e *Myracrodruon urundeuva* Allemão., encontradas neste trabalho. De acordo com esta teoria é possível que, devido a algum tipo de perturbação, que acarrete na interrupção da etapa reprodutiva de uma determinada espécie vegetal, ocorram lacunas nos ciclos reprodutivos ao longo dos anos que impeçam que muitas destas espécies germinem no ambiente. Desta forma, este trabalho sugere que sementes de espécies ausentes na assembleia de regenerantes, presentes exclusivamente no banco de sementes, possam se enquadrar a esta teoria.

Segundo sugerem os trabalhos de Loydi et al. (2012), Chaideftou et al. (2009), Tessema et al. (2012), Sciama et al. (2009); Soumit e Malaya (2005), os resultados obtidos nesta pesquisa, sobre o banco de sementes e assembleia de regenerantes em diferentes tipos de florestas, podem ser utilizados na recuperação de áreas que sofreram processos de perturbação antrópica, sendo necessário a realização de mais pesquisas associando o banco de sementes a assembleia de regenerantes com um maior tempo de avaliação.

Podemos concluir neste estudo que, nas florestas jovem e madura, não houve diferença significativa na riqueza de espécies entre o banco de sementes e a assembleia de regenerantes, mas a composição florística não é a mesma. Ações antrópicas intensificam a diferença na densidade do banco de sementes e assembleia de regenerantes entre florestas jovem e madura.

## Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Pesquisa – CNPq pela concessão da bolsa ao primeiro autor. Ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco – PPGB/UFRPE. Ao Instituto de Pesquisas Agropecuárias – IPA (Caruaru, Pernambuco – Brasil) e ao Laboratório de Ecologia Vegetal de Ecossistemas Naturais – LEVEN/UFRPE por todo suporte técnico e científico para elaboração desta pesquisa.

## Referências bibliográficas

ALCOFORADO-FILHO, F. G.; SAMPAIO, E. V. S. B.; RODAL, M. J. N. Florística e fitossociologia de um remanescente de vegetação caducifólia espinhosa arbórea em Caruaru, Pernambuco. **Acta Botanica Brasílica**, v. 17, n. 2, p. 287-303, 2003.

ALVARADO S. T.; BUISSON E.; RABARISON H.; RAJERARISON C.; BIRKINSHAW C.; PORTER P. L. Effects of heat on the germination of sclerophyllous forest species in the highlands of Madagascar. **Austral Ecology**, v. 40, p. 601 – 610, 2015.

ALVAREZ-AQUINO, C.; BARRADAS-SÁNCHEZ, L.; PONCE-GONZÁLEZ, O.; WILLIAMS-LINERA, G.; Soil seed bank, seed removal, and germination in a seasonally dry tropical forest in Veracruz, Mexico. **Botsci**, v.92, n.1, p.147 –153, 2014.

ARAÚJO, E.L., NOGUEIRA, R.J.M.C., SILVA, S.I., SILVA, K.A., SANTOS, A.V.C., SANTIAGO, G.A. Ecofisiologia de plantas da caatinga e implicações na dinâmica das populações e do ecossistema. In: Moura, A.N., Araújo, E.L., Albuquerque, U.P. (Eds.), Biodiversidade, potencial econômico e processos eco-fisiológicos em ecossistemas nordestinos, Comunigraf/Nupeea, Recife, p. 329-361, 2008

BEBAWI, F. F.; CAMPBELL S. D.; MAYER R.J.; Seed bank longevity and age to reproductive maturity of *Calotropis procera* (Aiton) W.T. Aiton in the dry tropics of northern Queensland. **The Rangeland Journal**, v.37, n.3, p. 239-247, 2015.

CERVANTES, M.; CECCON, E.; CONSUELO B. Germination Of Stored Seeds Of Four Tree Species From The Tropical Dry Forest Of Morelos, Mexico. **Botanical Sciences**, v. 92, n. 2, p. 281-287, 2014.

CHAIDEFTOU, E.; THANOS, C. A.; BERGNEIER, E.; KALLIMANIS, A.; DIMOPOULOS, P. Seed bank composition and above-ground vegetation in response to grazing in sub-mediterranean oak forests (NW Greece). **Plant Ecology**, v. 201, p. 255-265, 2009.

CLARKE, K. R.; SOMERFIELD, P. J.; GORLEY, R. N. Testing of null hypotheses in exploratory community analyses: similarity profiles and biota-environment linkage. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 366, n. 1, p. 56-69, 2008.

COSTALONGA, S.R.; REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; SILVA, A.F. DA; LIMA, E.E.B.; GUIMARÃES, F.P. Florística do banco de sementes do solo em áreas contíguas de pastagem degradada, plantio de eucalipto e floresta em Paula Cândido, MG. **Floresta**. v. 36. n.2. p. 239-250, 2006.

DAVIES R.J .; WHALEN M.A .; MACKLAY D.A .; TAYLOR D .; PISANU P. Does soil seed bank diversity limit post-fire regeneration in small, fragmented, long-unburnt remnants of fire adapted vegetation? **Biological Conservation**, v. 158, p. 287-295, 2013.

ESAETE, J. Effects of willow canopies on plant species performance in a low-alpine community. **Plant Ecology**, v. 161, n. 2, p. 157-166, 2002.

FERRERAS, A.E ; GIORGIS M.A; TECCO, P.A; CABIDO, M.R; FUNES, G. AImpact of *Ligustrum lucidum* on the soil seed bank in invaded subtropical seasonally dry woodlands (Cordoba, Argentina). **Biol Invasions**, n. 17, p. 3547–3561, 2015.

FIENNER, M. Seeds: the ecology of regeneration in plant communities. **CAB International**. Wallingford, U.K. v. 12, p. 231-258, 2015.

GATSUK, L.E., SMIRNOVA, O.V., VORONTZOVA, L.I., ZAUGOLNOVA, L.B., ZHVKOVA, L.A.. Age states of plants of various growth forms: a review. **Journal of Ecology**, n. 68, p. 675-696, 1980.

GIORIA M. J, PYSKEK P. Impact of invasions by alien plants on soil seed bank communities: emerging plants. **Perspect Plant Ecol Evol Syst**, v. 16, p. 132–142, 2014

GORREZIO-ROIZMAN, L. **Fitossociologia e dinâmica do banco de sementes de populações arbóreas de floresta secundária em São Paulo, SP**. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, 1993.

HEYDARI, M.; POTHIER, D.; FARAMARZI, M.; MERZAEI, J. Short-term abandonment of human disturbances in Zagros Oak Forest ecosystems: Effects on secondary succession of soil seed bank and aboveground vegetation. **Biodiversitas**, v.15, n.2, p. 147-161, 2014.

HUBBELL, S. P; DALLING, J. W., MULLER-LANDAU, H. C., WRIGHT, S. J. Role of dispersal in the recruitment limitation of neotropical pioneer species. **Journal of Ecology**, v.90, n.4, p.714-727, 2002.

JELTSCH, F., WEBER, G.E., GRIMM, V. Ecological buffering mechanisms in savannas: a unifying theory of long-term treegrass coexistence. **Plant Ecology**, v.161, p. 161–171, 2000.

KASSAHUN, A.; SNYMAN, H. A.; SMIT, G. N. Soil seed bank evaluation along a degradation gradient in arid rangelands of the somali region, Eastern Etiopia. **Agriculture, ecosystems and environment**, v. 129, p. 428-436, 2009.

LAWSON, E.J.R., POETHIG, S. Shoot development in plants: time for a change. **Trends in Genetics**, v.11, p. 263-268, 1995.

LI. X.; JIANG D.; ZHOU. Q.; OSHIDA.T. Soil seed bank characteristics under a sequence of Caragana microphylla shrubs in the dry region of northeastern China. **Land Degrad**, v. 25, p. 236-243, 2014.

LOPES, A.V; NADIA, T. L.; MACHADO, I. C.: Polinização de *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae) e análise da partilha de polinizadores com *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae), espécies frutíferas e endêmicas da caatinga. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n. 1, p. 89-100, 2007.

LOYDI, A., ZALBA, M.S., DISTEL, A.R. Viable seed banks under grazing and enclosure conditions in montanemesic grasslands of Argentina. **Acta Ecologica**, v. 43, p. 1-5, 2012.

MARTINS, A.M. & ENGEL, V.L. Soil seed banks in tropical forest fragments with different disturbance histories in southeastern Brazil. **Ecological Engineering**, v.31, p. 165-174, 2007.

MCCULLAGH P.; NELDER. J.A .; **Generalized linear models**, CRC press. v. 37, **1989**.

McFARLANE D. W.; KINZER A.T .; BANKS J.E. Coupled human-natural regeneration of indigenous coastal dry forest in Kenya. **Forest, Ecology and Management**, v.2, n.354, p. 149-159, 2015

MEAVE J. A.; FLORES-RODRÍGUEZ C.; PÉREZ-GARCÍA E. A.; ROMERO-ROMERO M. A Soils and seasonal heterogeneity of seed banks in agricultural fields in a dry tropical forest region in southern Mexico. **Botanical Sciences**, v. 90, n.3, p. 313-329, 2012.

MEKURIA, Wolde et al. Effectiveness of exclosures to restore degraded soils as a result of overgrazing in Tigray, Ethiopia. **Journal of Arid Environments**, v. 69, n. 2, p. 270-284, 2007.

PRICE, J. N.; MORGAN, J. W. Vegetation dynamics following resource manipulation in herb-rich woodland. **Plant Ecology**, v. 188, n.2, p. 29-37, 2007.

REIS, A. M.; ARAÚJO, E. L.; FERRAZ, E. M. N; MOURA, A. N. Inter-anual variations in the floristic and population structure of herbaceous community of “caatinga” vegetation in Pernambuco, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 3, p. 497-508, 2006.

SANTOS, J. M. F. F.; SILVA, K. A.; LIMA, E. N.; SANTOS, D. M.; PIMENTEL, R. M. M.; ARAÚJO, E. L. Dinâmica de duas populações herbáceas de uma área de caatinga, Pernambuco, Brasil. **Revista de Geografia**, v. 26, n. 2, p. 142-160, 2009.

SANTOS, D. M., SANTOS, J. M., SOUZA, D. N., ANDRADE, J. R., SILVA, K. A., ANDRADE, W. M., & ARAÚJO, E. L. O que mais influencia a densidade do banco de sementes do solo de *Cereus jamaçaru* DC. subsp. *jamaçaru* (Cactaceae): variação espacial ou temporal? **Gaia Scientia**, v.9, n.2, 2015.

SAULEI, S. M. & SWAINE, M. D. Rain forest seed dynamics during succession at Gogol, Papua. Nova Guiné. **Journal Ecology**, v. 62, n. 39, p. 675-719, 1988.

SCIAMA, D., AUGUSTO, L., DUPOUEY, J. L., GONZALEZ, M., DOMÍNGUEZ, C. M. Floristic and ecological differences between recent and ancient forests growing on non-acidic soils. **Forest Ecology and management**, v. 258, n. 5, p. 600-608, 2009.

SCHMERBECK J.; FIENER P. Wildfires, Ecosystem Services, and Biodiversity in Tropical Dry Forest in India. **Environmental Management**, v.56, p. 355-372, 2015.

SILVA K.A; SANTOS D.M; SANTOS J M.F.F; ALBUQUERQUE U.P; FERRAZ E. M.N; ARAÚJO E.L. Spatio-temporal variation in a seed bank of a semi-arid region in northeastern Brazil. **Acta Oecologica**, v.46, p. 25 – 32, 2013.

SOUMIT K. B; MALAYA K. M. Floristic and structure of the herbaceous vegetation of four recovering forest stands in the Eastern Ghats of India. **Biodiversity and Conservation**, v. 15, p. 2263-2285, 2006

SUJARWO W.; ARINASA I. B. K. Diversity Of Plants Naturally Grow In Tropical Dry Forest (T-Df) Of Bukit Jimbaran Bali. Indonesia. **Teknologi Indonesia**, v. 36, n.2, p.87– 96, 2013.

TESSEMA. Z. K., BOER, W. F., BAARS, R. M., PRINS, H. H. Influence of Grazing on Soil Seed Banks Determines the Restoration Potential of Aboveground Vegetation in a Semi-arid Savanna of Ethiopia. **Biotropica**, v. 34, n. 44, p. 211–219, 2012.

TEWS, J., ESTHER, A., MILTON, S.J., JELTSCH, F., Linking a population model with an ecosystem model: Assessing the impact of land use and climate change on savanna shrub cover dynamics. **Ecological Modelling**, v. 195, n. 2, p. 219-228, 2006.

TRILLERAS J.M .; JARAMILLO V.J .; VEGA E.V .; BALVANERA P. Effects of livestock management on the supply of ecosystem services in pastures in a tropical dry region of western, Mexico. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 211, p. 133-144, 2015.

VALENTA K.; STEFFENS T. S.; RAFALIARISOR R.R., CHAPMAN C.A.; LEHMAN S.M. Seed banks in Savanna : differences between fragments and continuous forest edges in a dry tropical forest in Madagascar. **Biotropica**, v. 47, n.4, p. 435-440, 2015.



OLIVEIRA, P.A.N. Comparação dos atributos florísticos do banco...

---

WALL C. B. ; STEVENS K.J. Assessing wetland mitigation efforts using standing vegetation and seed bank community structure in neighboring natural and compensatory wetlands in north-central Texas. **Wetlands Ecology Manage**, v. 23, p. 149-166, 2015.

WANG, R. Z. Demography variation and biomass allocation of *Agrpyroncrisatum* grown on steppe and dune sites in the Hunshandake Desert, North China. **Grass and forage Science**, v. 60, p. 99-102, 2005.

YOUNG, K. R., EWEL, J. J. & BROWN, B. J., Seed dynamics during forest succession in Costa Rica. **Vegetatio**, v.71, n.3, p. 157-173, 2012.

Tabela 1: Composição florística, densidade e ocorrência das famílias e espécies encontradas no Banco de sementes (B) e Assembleia de Regenerantes (R) na Floresta Jovem (FJ) e Floresta Madura (FM), Caruaru, Pernambuco. (- significa ausência).

<b>Famílias / Espécies</b>	FJ		FM	
	R	B	R	B
<b>Acanthaceae</b>				
<i>Pseuderanthemum detruncatum</i> (Nees & Mart.) Radlk.	-	-	-	14
<i>Ruellia bahiensis</i> (Nees) Morong	-	-	-	25
<b>Amaranthaceae</b>				
<i>Gomphrena vaga</i> Mart.	12	300	77	100
<b>Amarillydaceae</b>				
<i>Hiperastrum araripinum</i> Herb.	300	353	206	640
<b>Anacardiaceae</b>				
<i>Myracrodruoum urundeuva</i> Allemão	-	-	-	41
<b>Araceae</b>				
<i>Alocasia plumbea</i> Van Houtte	-	-	-	14
<i>Anthurium affine</i> Schott.	4	10	-	10
<b>Asteraceae</b>				
<i>Bidens bipinnata</i> L.	-	3	1	30
<i>Bidens pilosa</i> L.	70	109	10	450
<i>Centratherum punctatum</i> Cass.	-	1	-	-
<i>Delilia biflora</i> (L.) Kuntze	-	-	3	49
<i>Gnaphalium spicatum</i> Lam.	-	-	-	13
<i>Melanthera</i> sp.	-	32	-	16
<b>Boraginaceae</b>				
<i>Heliotropium angiospermum</i> L.	9	10	4	79
<b>Bromeliaceae</b>				
<i>Crypthanthus bahianus</i> L.B. Sm	-	-	7	-
<b>Cactaceae</b>				
<i>Cereus jamacaru</i> DC.	2	1	-	-
<i>Melocactus bahiensis</i> (Britton & Rose) Luetzelb	-	-	1	1
<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill	-	-	1	1
<b>Commelinaceae</b>				
<i>Callisia repens</i> (Jacq.) L.	80	1002	10	2810
<i>Commelina obliquia</i> Vahl	3	31	4	55
<i>Commelina bengalensis</i> Vahl	4	28	20	106

**Convolvulaceae**

<i>Evolvulus filipes</i> Mart.	3	-	14	-
--------------------------------	---	---	----	---

**Famílias / Espécies**

FJ

FM

R B R B

<i>Merremia aegyptia</i> (L.) Urb.	3	4	1	13
------------------------------------	---	---	---	----

**Dioscoreaceae**

<i>Dioscorea coronata</i> Hauman	2	150	73	401
----------------------------------	---	-----	----	-----

<i>Dioscorea polygonoides</i> Humb	1	19	8	45
------------------------------------	---	----	---	----

**Euphorbiaceae**

<i>Acalypha multicaulis</i> Müll.Arg	-	-	1	-
--------------------------------------	---	---	---	---

<i>Cnidoscolus urens</i> (L.) Arthur	78	199	4	40
--------------------------------------	----	-----	---	----

<i>Croton blanchetianus</i> Baill.				
------------------------------------	--	--	--	--

<i>Dalechampia scandens</i> L.	3	43	5	19
--------------------------------	---	----	---	----

**Fabaceae**

<i>Centrosema sagittatum</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Brandegee	-	-	2	-
---	---	---	---	---

<i>Chamaecrista</i> sp1.	13	1	41	6
--------------------------	----	---	----	---

<i>Poincianella pyramidalis</i> (Tul.) L.P. Queiroz	3	37	-	33
---	---	----	---	----

<i>Vigna peduncularis</i> Fawe. & Rendle	1	-	1	-
--	---	---	---	---

**Lycopodiaceae**

<i>Selaginella sulcata</i> (Desv. ex Poir.) Spring ex Nart.	-	-	3	20
---	---	---	---	----

**Lythraceae**

<i>Cuphea prunellifolia</i> A. St.-Hil.	-	-	1	-
---	---	---	---	---

**Malvaceae**

<i>Corchorus hirtus</i> L.	-	4	1	1
----------------------------	---	---	---	---

<i>Sida rhombifolia</i> L.	8	1	15	8
----------------------------	---	---	----	---

**Mimosaceae**

Mimosaceae sp1	101	23	7	40
----------------	-----	----	---	----

Mimosaceae sp2	28	120	-	36
----------------	----	-----	---	----

**Moraceae**

<i>Dorstenia asaroides</i> Gardner ex Hook.	-	-	7	51
---	---	---	---	----

**Oxalidaceae**

<i>Phyllanthus niruri</i> L.	-	-	1	-
------------------------------	---	---	---	---

**Poaceae**

<i>Digitaria sanguinalis</i> Haller	-	-	4	-
-------------------------------------	---	---	---	---

<i>Panicum trichoides</i> Sw.	480	404	1000	260
-------------------------------	-----	-----	------	-----

<i>Panicum venezuelae</i> Hack.	501	70	92	998
---------------------------------	-----	----	----	-----

<i>Pappophorum pappiferum</i> (Lam.) Kuntze	-	103	-	-
---	---	-----	---	---

**Portulacaceae**

<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.)	-	-	19	-
------------------------------------	---	---	----	---

<i>Talinum triangulare</i> (Jacq.) Willd.	199	16	100	72
---	-----	----	-----	----

OLIVEIRA, P.A.N. Comparação dos atributos florísticos do banco...

Famílias / Espécies	FJ		FM	
	R	B	R	B
<b>Rubiaceae</b>				
<i>Borreria capitata</i> (Ruiz & Pav.) DC.	-	-	6	62
<i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltl.) Steud.	-	-	6	2
<b>Sapindaceae</b>				
<i>Serjania lethalis</i> A.St.-Hil	-	-	1	2
<b>Selaginellaceae</b>				
<i>Sellaginella</i> sp. L.	-	-	4	20
<b>Solanaceae</b>				
<i>Solanum americanum</i> Mill.	-	-	1	1
<b>Urticaceae</b>				
<i>Pilea hyalina</i> Fenzl	30	22	105	28
Morfoespécie1	20	30	2	32
Morfoespécie2	13	17	8	30
Morfoespécie3	5		40	1

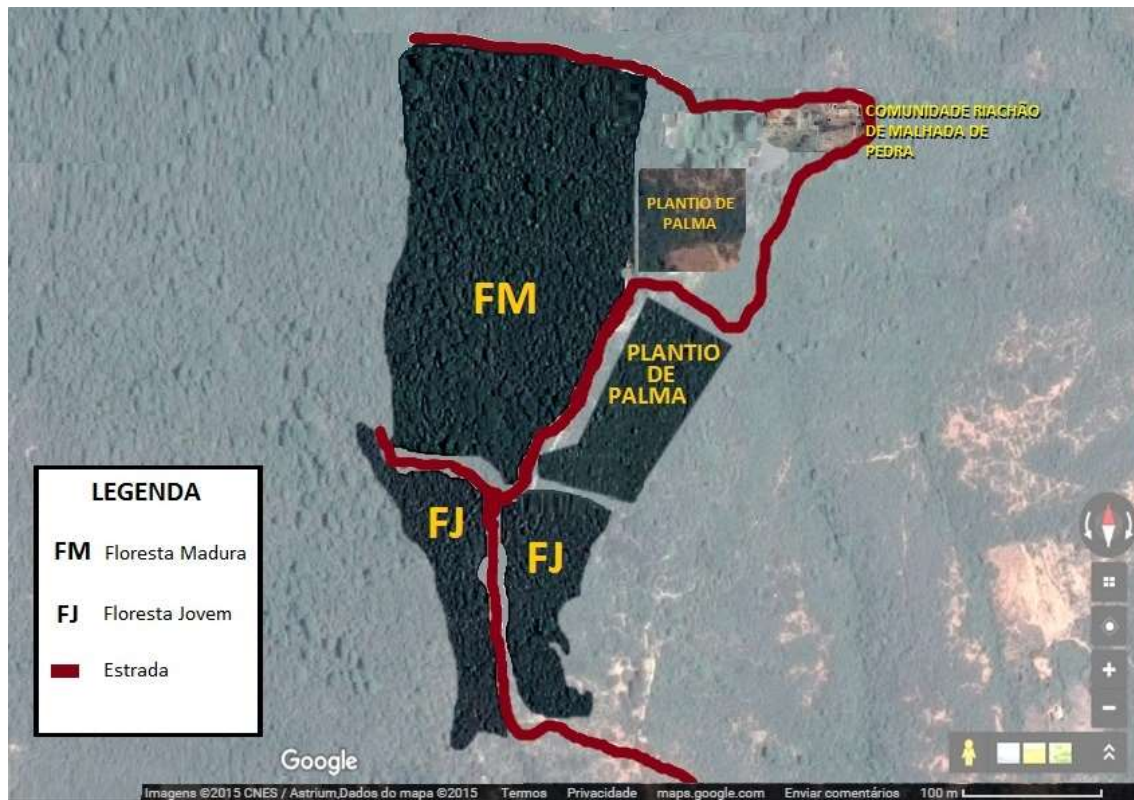


Figura 1. Vista da área do Instituto de Pesquisas Agronômicas (IPA) com a localização da floresta jovem e floresta madura;

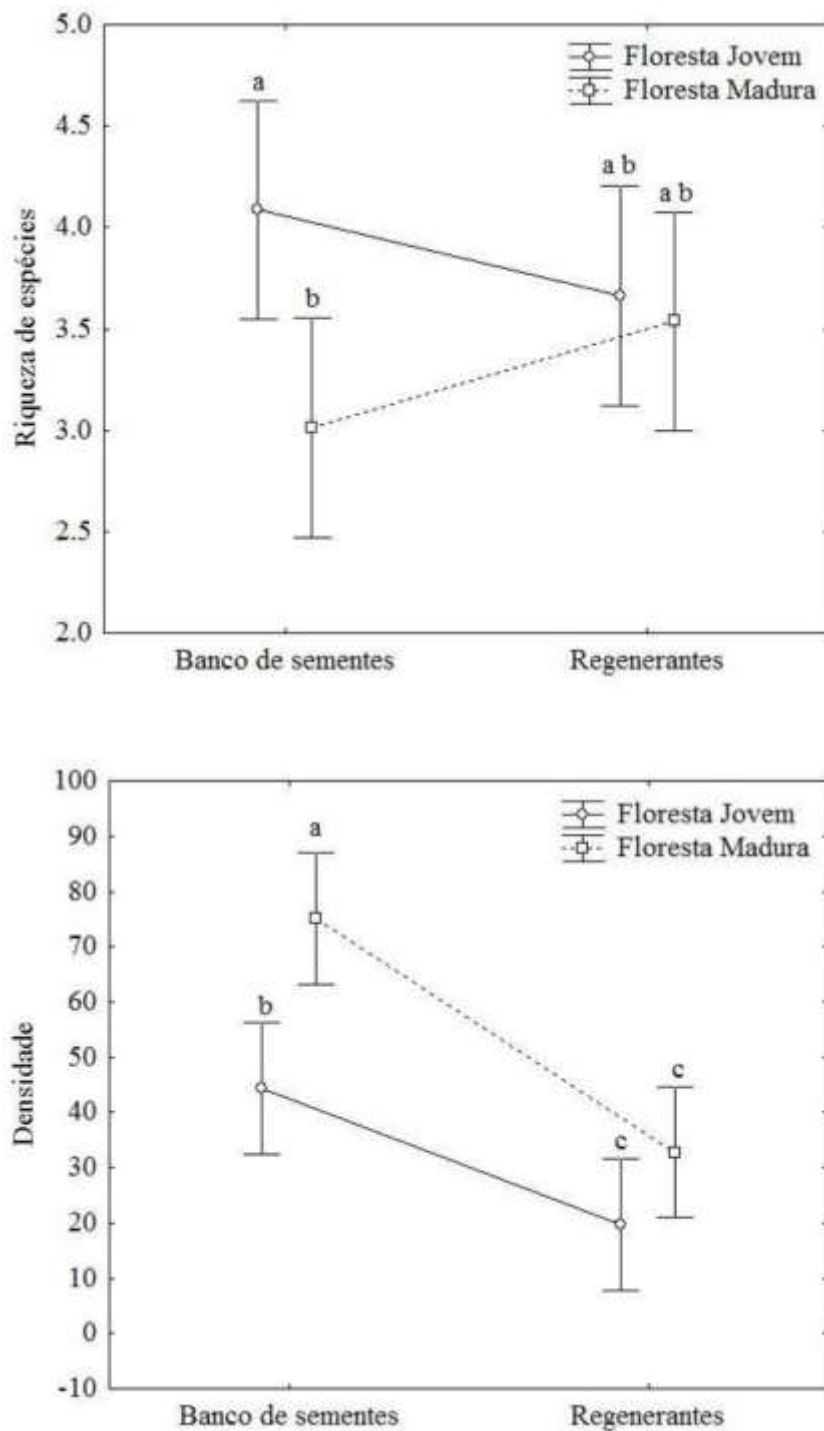


Figura 2. Riqueza (espécies/0,04m<sup>2</sup>) e densidade (indivíduos/0,04m<sup>2</sup>) do banco de sementes e riqueza (espécies/m<sup>2</sup>) e densidade (indivíduos/m<sup>2</sup>) da assembleia de regenerantes em uma região semiárida no Nordeste do Brasil. Letras minúsculas diferentes denotam diferença significativa pelo teste de Tukey. Barras verticais denotam intervalo de confiança de 0,95.

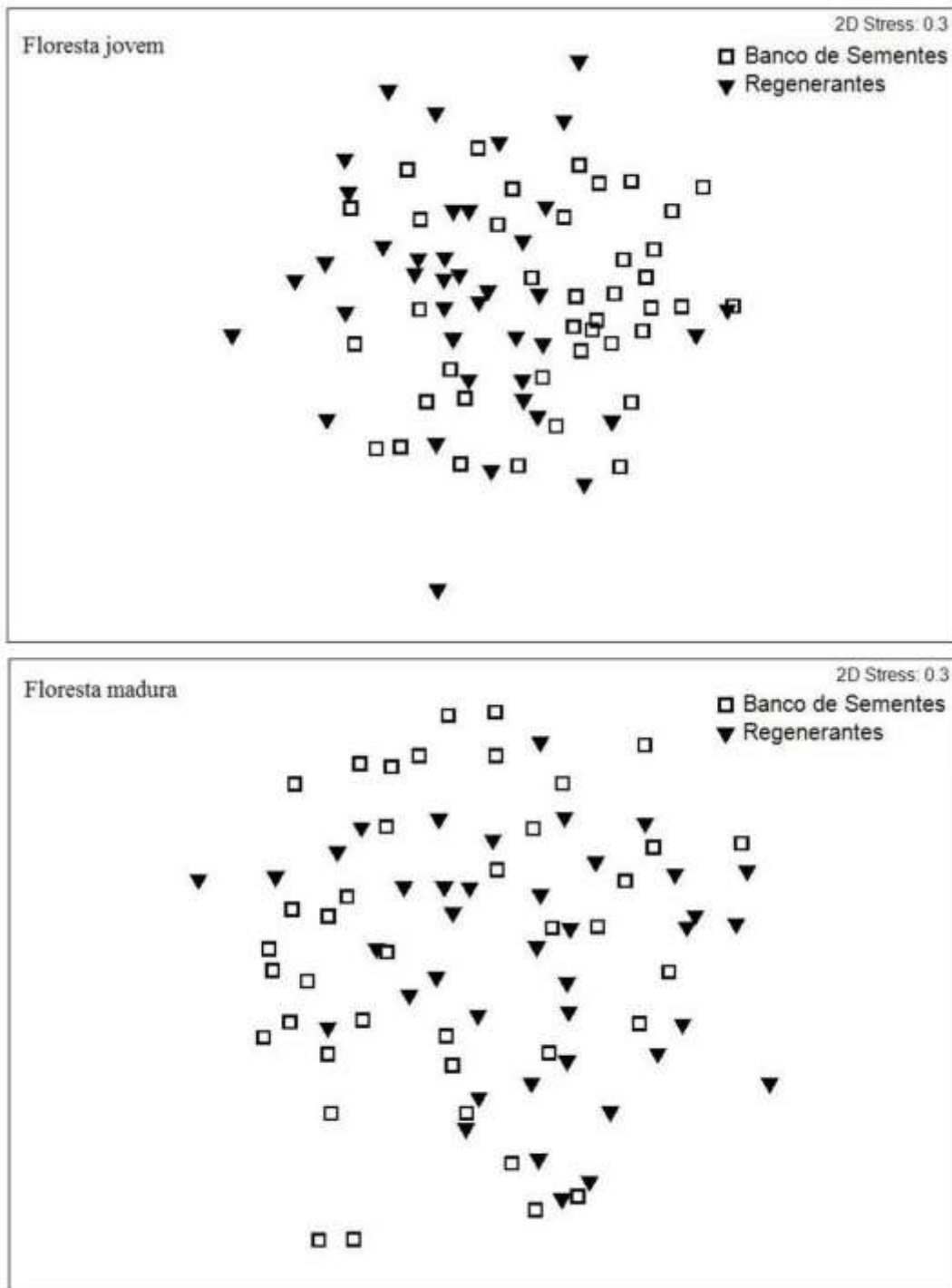


Figura 3. Ordenação formada após análise de Similaridade entre o banco de sementes e a assembleia de regenerantes na floresta jovem e na floresta madura. Este gráfico foi produzido com base na riqueza de espécies por parcela em cada área. Os símbolos presentes no gráfico representam o agrupamento das espécies, formado em cada área de estudo.

**ANEXO 1**

## Normas de submissão da Journal of Arid Environments

Your Paper Your Way We now differentiate between the requirements for new and revised submissions. You may choose to submit your manuscript as a single Word or PDF file to be used in the refereeing process. Only when your paper is at the revision stage, will you be requested to put your paper in to a 'correct format' for acceptance and provide the items required for the publication of your article. To find out more, please visit the Preparation section below.

**INTRODUCTION****Aims and Scope**

The Journal of Arid Environments is an international journal publishing original scientific and technical research articles on physical, biological and cultural aspects of arid, semi-arid, and desert environments. As a forum of multi-disciplinary and interdisciplinary dialogue it addresses research on all aspects of arid environments and their past, present and future use. Research Areas include: Paleoclimate and Paleoenvironments Climate and Climate Change Hydrological processes and systems Geomorphological processes and systems Soils (physical and biological aspects) Ecology (Plant and Animal Sciences) Anthropology and human ecology (archaeology, sociology, ethnobotany, human adaptations, etc. Agriculture Land use grazing, mining, tourism, etc) Land use (agronomy, grazing, mining, tourism, etc) Conservation (theory, policy, sustainability, economics, heritage) Land degradation (desertification) and rehabilitation Environmental monitoring and management

**Types of paper**

Research Articles: reporting original and previously unpublished work. Research papers have a reference limit of 50 cites Short Communications: These are concise, but complete descriptions of a limited investigation, which will not be included in a later paper. Examples include descriptive research on seed-germination conditions, plant responses to salinity, animal feeding habits, etc. Short communications have a reference limit of 20 cites.

Short communications should not exceed 2400 words (six printed pages), excluding references and legends. Submissions should include a short abstract not exceeding 10% of the length of the communication and which summarizes briefly the main findings of the work to



be reported. The bulk of the text should be in a continuous form that does not require numbered sections such as Introduction, Materials and methods, Results and Discussion. However, a Cover page, Abstract and a list of Keywords are required at the beginning of the communication and Acknowledgements and References at the end. These components are to be prepared in the same format as used for full-length research papers. Occasionally authors may use sub-titles of their own choice to highlight sections of the text. The overall number of tables and figures should be limited to a maximum of three (i.e. two figures and one table).

**Review Articles:** Critical evaluation of existing data, defined topics or emerging fields of investigation, critical issues of public concern, sometimes including the historical development of topics. Those wishing to prepare a review should first consult the Editors or Associate Editors concerning acceptability of topic and length.

**Think Notes:** Short, one page notes describing new developments, new ideas, comments on a controversial subject, or comments on recent conferences will also be considered for publication.

**Letter to the Editor:** A written discussion of papers published in the journal. Letters are accepted on the basis of new insights on the particular topic, relevance to the published paper and timeliness.

Contact details for submission Authors may send queries concerning the submission process, manuscript status, or journal procedures to the Editorial Office at [jae@elsevier.com](mailto:jae@elsevier.com).

### **Human and animal rights**

If the work involves the use of animal or human subjects, the author should ensure that the work described has been carried out in accordance with The Code of Ethics of the World Medical Association (Declaration of Helsinki) for experiments involving humans <http://www.wma.net/en/30publications/10policies/b3/index.html>; EU Directive 2010/63/EU for animal experiments [http://ec.europa.eu/environment/chemicals/lab\\_animals/legislation\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/chemicals/lab_animals/legislation_en.htm); Uniform Requirements for manuscripts submitted to Biomedical journals <http://www.icmje.org>.

Authors should include a statement in the manuscript that informed consent was obtained for experimentation with human subjects. The privacy rights of human subjects must always be observed.

### **Conflict of interest**

All authors are requested to disclose any actual or potential conflict of interest including any financial, personal or other relationships with other people or organizations within three years of beginning the submitted work that could inappropriately influence, or be perceived to influence, their work. See also <http://www.elsevier.com/conflictsofinterest>. Further information and an example of a Conflict of Interest form can be found at: [http://help.elsevier.com/app/answers/detail/a\\_id/286/p/7923](http://help.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/286/p/7923).

### **Submission declaration and verification**

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/sharingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. To verify originality, your article may be checked by the originality detection service Cross Check <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

### **Contributors**

Each author is required to declare his or her individual contribution to the article: all authors must have materially participated in the research and/or article preparation, so roles for all authors should be described. The statement that all authors have approved the final article should be true and included in the disclosure.

### **Changes to authorship**

This policy concerns the addition, deletion, or rearrangement of author names in the authorship of accepted manuscripts: Before the accepted manuscript is published in an online issue: Requests to add or remove an author, or to rearrange the author names, must be sent to the Journal Manager from the corresponding author of the accepted manuscript and must include: (a) the reason the name should be added or removed, or the author names rearranged and (b) written confirmation (e-mail, fax, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed.

Requests that are not sent by the corresponding author will be forwarded by the Journal Manager to the corresponding author, who must follow the procedure as described above. Note that: (1) Journal Managers will inform the Journal Editors of any such requests and (2) publication of the accepted manuscript in an online issue is suspended until authorship has been agreed. After the accepted manuscript is published in an online issue: Any requests to add, delete, or rearrange author names in an article published in an online issue will follow the same policies as noted above and result in a corrigendum.

### **Copyright**

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (for more information on this and copyright, see <http://www.elsevier.com/copyright>). An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement. Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. Permission of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations

If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has preprinted forms for use by authors in these cases: please consult <http://www.elsevier.com/permissions>. For open access articles: Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete an 'Exclusive License Agreement' (for more information see <http://www.elsevier.com/OAauthoragreement>). Permitted third party reuse of open access articles is determined by the author's choice of user license (see <http://www.elsevier.com/openaccesslicenses>).

### **Author rights**

As an author you (or your employer or institution) have certain rights to reuse your work. For more information see <http://www.elsevier.com/copyright>.

### **Role of the funding source**

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the

report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated.

### **Funding body agreements and policies**

Elsevier has established a number of agreements with funding bodies which allow authors to comply with their funder's open access policies. Some authors may also be reimbursed for associated publication fees. To learn more about existing agreements please visit <http://www.elsevier.com/fundingbodies>.

#### **Open access**

This journal offers authors a choice in publishing their research:

- Articles are freely available to both subscribers and the wider public with permitted reuse

- An open access publication fee is payable by authors or on their behalf e.g. by their research funder or institution Subscription

- Articles are made available to subscribers as well as developing countries and patient groups through our universal access programs (<http://www.elsevier.com/access>).

- No open access publication fee payable by authors. Regardless of how you choose to publish your article, the journal will apply the same peer review criteria and acceptance standards. For open access articles, permitted third party (re)use is defined by the following Creative Commons user licenses: Creative Commons Attribution (CC BY) Lets others distribute and copy the article, create extracts, abstracts, and other revised versions, adaptations or derivative works of or from an article (such as a translation), include in a collective work (such as an anthology), text or data mine the article, even for commercial purposes, as long as they credit the author(s), do not represent the author as endorsing their adaptation of the article, and do not modify the article in such a way as to damage the author's honor or reputation.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs (CC BY-NC-ND) For non-commercial purposes, lets others distribute and copy the article, and to include in a collective work (such as an anthology), as long as they credit the author(s) and provided they do not alter or modify the article. The open access publication fee for this journal is USD 2500, excluding taxes. Learn more about Elsevier's pricing policy: <http://www.elsevier.com/openaccesspricing>.

**Green open access**

Authors can share their research in a variety of different ways and Elsevier has a number of green open access options available. We recommend authors see our green open access page for further information (<http://elsevier.com/greenopenaccess>).

Authors can also self-archive their manuscripts [www.elsevier.com/locate/jaridenv](http://www.elsevier.com/locate/jaridenv) 6 immediately and enable public access from their institution's repository after an embargo period. This is the version that has been accepted for publication and which typically includes author-incorporated changes suggested during submission, peer review and in editor-author communications. Embargo period: For subscription articles, an appropriate amount of time is needed for journals to deliver value to subscribing customers before an article becomes freely available to the public.

This is the embargo period and begins from the publication date of the issue your article appears in. This journal has an embargo period of 24 months.

**Language (usage and editing services)**

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who feel their English language manuscript may require editing to eliminate possible grammatical or spelling errors and to conform to correct scientific English may wish to use the English Language Editing service available from Elsevier's WebShop (<http://webshop.elsevier.com/languageediting/>) or visit our customer support site (<http://support.elsevier.com>) for more information.

**Submission**

Our online submission system guides you stepwise through the process of entering your article details and uploading your files. The system converts your article files to a single PDF file used in the peer-review process. Editable files (e.g., Word, LaTeX) are required to typeset your article for final publication. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, is sent by e-mail.

**Referees**

Please submit, with the manuscript, the names, addresses and e-mail addresses of 5 potential referees. It is required that potential referees not be from the same institution as the authors. Suggested reviewers must have agreed to review the manuscript, if required. Note that the editor retains the sole right to decide whether or not the suggested reviewers are used.

**PREPARATION**

## **NEW SUBMISSIONS**

Submission to this journal proceeds totally online and you will be guided stepwise through the creation and uploading of your files. The system automatically converts your files to a single PDF file, which is used in the peer-review process. As part of the Your Paper Your Way service, you may choose to submit your manuscript as a single file to be used in the refereeing process. This can be a PDF file or a Word document, in any format or layout that can be used by referees to evaluate your manuscript. It should contain high enough quality figures for refereeing. If you prefer to do so, you may still provide all or some of the source files at the initial submission. Please note that individual figure files larger than 10 MB must be uploaded separately.

### **References**

There are no strict requirements on reference formatting at submission. References can be in any style or format as long as the style is consistent. Where applicable, author(s) name(s), journal title/book title, chapter title/article title, year of publication, volume number/book chapter and the pagination must be present. Use of DOI is highly encouraged. The reference style used by the journal will be applied to the accepted article by Elsevier at the proof stage. Note that missing data will be highlighted at proof stage for the author to correct.

### **Formatting requirements**

There are no strict formatting requirements but all manuscripts must contain the essential elements needed to convey your manuscript, for example Abstract, Keywords, Introduction, Materials and Methods, Results, Conclusions, Artwork and Tables with Captions. If your article includes any Videos and/or other Supplementary material, this should be included in your initial submission for peer review purposes. Divide the article into clearly defined sections. Figures and tables embedded in text Please ensure the figures and the tables included in the single file are placed next to the relevant text in the manuscript, rather than at the bottom or the top of the file.

## **REVISED SUBMISSIONS**

Use of word processing software Regardless of the file format of the original submission, at revision you must provide us with an editable file of the entire article. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. The electronic text should be prepared in a way very similar to that

of conventional manuscripts (see also the Guide to Publishing with Elsevier: <http://www.elsevier.com/guidepublication>). See also the section on Electronic artwork. To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spell-check' and 'grammar-check' functions of your word processor.

### Article structure

**Subdivision - numbered sections** Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

#### Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

#### Material and methods

Provide sufficient detail to allow the work to be reproduced. Methods already published should be indicated by a reference: only relevant modifications should be described.

#### Appendices

If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; in a subsequent appendix, Eq. (B.1) and so on. Similarly for tables and figures: Table A.1; Fig. A.1, etc.

### Essential title page information

•**Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.

•**Author names and affiliations.** Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lowercase superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.

•**Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. **Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.**

•**Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

### **Abstract**

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

### **Graphical abstract**

Although a graphical abstract is optional, its use is encouraged as it draws more attention to the online article. The graphical abstract should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership. Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Image size: Please provide an image with a minimum of  $531 \times 1328$  pixels (h  $\times$  w) or proportionally more. The image should be readable at a size of  $5 \times 13$  cm using a regular screen resolution of 96 dpi. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files. See <http://www.elsevier.com/graphicalabstracts> for examples. Authors can make use of Elsevier's Illustration and Enhancement service to ensure the best presentation of their images and in accordance with all technical requirements: Illustration Service.

They consist of a short collection of bullet points that convey the core findings of the article and should be submitted in a separate editable file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point). See <http://www.elsevier.com/highlights> for examples.

### **Keywords**

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example,



'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

### **Acknowledgements**

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.). Plant names Authors and editors are, by general agreement, obliged to accept the rules governing biological nomenclature, as laid down in the International Code of Botanical Nomenclature.

### **Math formulae**

Please submit math equations as editable text and not as images. Present simple formulae in line with normal text where possible and use the solidus (/) instead of a horizontal line for small fractional terms, e.g., X/Y. In principle, variables are to be presented in italics. Powers of e are often more conveniently denoted by exp. Number consecutively any equations that have to be displayed separately from the text (if referred to explicitly in the text).

### **Footnotes**

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article. Many word processors build footnotes into the text, and this feature may be used. Should this not be the case, indicate the position of footnotes in the text and present the footnotes themselves separately at the end of the article.

### **Artwork**

Electronic artwork

General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Preferred fonts: Arial (or Helvetica), Times New Roman (or Times), Symbol, Courier.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Indicate per figure if it is a single, 1.5 or 2-column fitting image.
- For Word submissions only, you may still provide figures and their captions, and tables within a single file at the revision stage.

• Please note that individual figure files larger than 10 MB must be provided in separate source files. A detailed guide on electronic artwork is available on our website: <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

**You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.**

#### Formats

Regardless of the application used, when your electronic artwork is finalized, please 'save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings. Embed the font or save the text as 'graphics'.

TIFF (or JPG): Color or grayscale photographs (halftones): always use a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPG): Bitmapped line drawings: use a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale): a minimum of 500 dpi is required.

#### **Please do not:**

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); the resolution is too low.
- Supply files that are too low in resolution.
- Submit graphics that are disproportionately large for the content. 9

**Non-electronic artwork** Provide all illustrations as high-quality printouts, suitable for reproduction (which may include reduction) without retouching. Number illustrations consecutively in the order in which they are referred to in the text. They should accompany the manuscript, but should not be included within the text. Clearly mark all illustrations on the back (or - in case of line drawings - on the lower front side) with the figure number and the author's name and, in cases of ambiguity, the correct orientation. Mark the appropriate position of a figure in the article.

#### Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF), or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of

whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. **For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article.** Please indicate your preference for color: in print or online only. For further information on the preparation of electronic artwork, please see <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

#### Figure captions

Ensure that each illustration has a caption. A caption should comprise a brief title (not on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

#### Tables

Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules.

#### References

Citation in text Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication. Regular research papers have a reference limit of 50 cites and short communications should not exceed 20 cites.

#### Reference links

Increased discoverability of research and high quality peer review are ensured by online links to the sources cited. In order to allow us to create links to abstracting and indexing services, such as Scopus, CrossRef and PubMed, please ensure that data provided in

the references are correct. Please note that incorrect surnames, journal/book titles, publication year and pagination may prevent link creation. When copying references, please be careful as they may already contain errors. Use of the DOI is encouraged.

#### Web references

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

#### References in a special issue

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

### **Reference management software**

Most Elsevier journals have a standard template available in key reference management packages. This covers packages using the Citation Style Language, such as Mendeley (<http://www.mendeley.com/features/reference-manager>) and also others 10 like EndNote (<http://www.endnote.com/support/enstyles.asp>) and Reference Manager (<http://refman.com/downloads/styles>). Using plug-ins to word processing packages which are available from the above sites, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article and the list of references and citations to these will be formatted according to the journal style as described in this Guide. The process of including templates in these packages is constantly ongoing. If the journal you are looking for does not have a template available yet, please see the list of sample references and citations provided in this Guide to help you format these according to the journal style. If you manage your research with Mendeley Desktop, you can easily install the reference style for this journal by clicking the link below: <http://open.mendeley.com/use-citation-style/journal-of-arid-environments> When preparing your manuscript, you will then be able to select this style using the Mendeley plugins for Microsoft Word or LibreOffice. For more information about the Citation Style Language, visit <http://citationstyles.org>.

#### Reference formatting

There are no strict requirements on reference formatting at submission. References can be in any style or format as long as the style is consistent. Where applicable, author(s)

name(s), journal title/book title, chapter title/article title, year of publication, volume number/book chapter and the pagination must be present. Use of DOI is highly encouraged. The reference style used by the journal will be applied to the accepted article by Elsevier at the proof stage. Note that missing data will be highlighted at proof stage for the author to correct. If you do wish to format the references yourself they should be arranged according to the following examples:

Reference style

Text: All citations in the text should refer to:

1. Single author: the author's name (without initials, unless there is ambiguity) and the year of publication;
2. Two authors: both authors' names and the year of publication;
3. Three or more authors: first author's name followed by 'et al.' and the year of publication. Citations may be made directly (or parenthetically). Groups of references should be listed first alphabetically, then chronologically. Examples: 'as demonstrated (Allan, 2000a, 2000b, 1999; Allan and Jones, 1999). Kramer et al. (2010) have recently shown ....'

List: References should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters 'a', 'b', 'c', etc., placed after the year of publication.

Examples: Reference to a journal publication: Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2010. The art of writing a scientific article. *J. Sci. Commun.* 163, 51–59.

Reference to a book: Strunk Jr., W., White, E.B., 2000. *The Elements of Style*, fourth ed. Longman, New York.

Reference to a chapter in an edited book: Mettam, G.R., Adams, L.B., 2009. How to prepare an electronic version of your article, in: Jones, B.S., Smith, R.Z. (Eds.), *Introduction to the Electronic Age*. E-Publishing Inc., New York, pp. 281–304. **Please note that Journal names and references should be provided in full.**

All submitted files should be properly labeled so that they directly relate to the video file's content. In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the files in one of our recommended file formats with a preferred maximum size of 150 MB. Video and animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>. Please supply 'stills' with your files: you can choose any frame from the video or animation or make a separate image. These will be used instead of standard

icons and will personalize the link to your video data. For more detailed instructions please visit our video instruction pages at AUTHOR INFORMATION PACK 29 Sep 2015 [www.elsevier.com/locate/jaridenv](http://www.elsevier.com/locate/jaridenv) 11 <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>. Note: since video and animation cannot be embedded in the print version of the journal, please provide text for both the electronic and the print version for the portions of the article that refer to this content.

### **Database linking**

Elsevier encourages authors to connect articles with external databases, giving readers access to relevant databases that help to build a better understanding of the described research. Please refer to relevant database identifiers using the following format in your article: Database: xxxx (e.g., TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN). See <http://www.elsevier.com/databaselinking> for more information and a full list of supported databases.

### **Google Maps and KML files**

KML (Keyhole Markup Language) files (optional): You can enrich your online articles by providing KML or KMZ files which will be visualized using Google maps. The KML or KMZ files can be uploaded in our online submission system. KML is an XML schema for expressing geographic annotation and visualization within Internet-based Earth browsers. Elsevier will generate Google Maps from the submitted KML files and include these in the article when published online. Submitted KML files will also be available for downloading from your online article on ScienceDirect. For more information see <http://www.elsevier.com/googlemaps>.

### **Submission checklist**

The following list will be useful during the final checking of an article prior to sending it to the journal for review. Please consult this Guide for Authors for further details of any item. **Ensure that the following items are present:**

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address All necessary files have been uploaded, and contain:
- Keywords
- All figure captions
- All tables (including title, description, footnotes) Further considerations

- Manuscript has been 'spell-checked' and 'grammar-checked'
- All references mentioned in the Reference list are cited in the text, and vice

versa

- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Internet) Printed version of figures (if applicable) in color or black-and-white

- Indicate clearly whether or not color or black-and-white in print is required. For any further information please visit our customer support site at <http://support.elsevier.com>.

AUTHOR INFORMATION PACK 29 Sep 2015 [www.elsevier.com/locate/jaridenv](http://www.elsevier.com/locate/jaridenv) 12

## **AFTER ACCEPTANCE**

### **Use of the Digital Object Identifier**

The Digital Object Identifier (DOI) may be used to cite and link to electronic documents. The DOI consists of a unique alpha-numeric character string which is assigned to a document by the publisher upon the initial electronic publication. The assigned DOI never changes. Therefore, it is an ideal medium for citing a document, particularly 'Articles in press' because they have not yet received their full bibliographic information. Example of a correctly given DOI (in URL format; here an article in the journal Physics Letters B): <http://dx.doi.org/10.1016/j.physletb.2010.09.059> When you use a DOI to create links to documents on the web, the DOIs are guaranteed never to change.

### **Offprints**

The corresponding author, at no cost, will be provided with a personalized link providing 50 days free access to the final published version of the article on ScienceDirect. This link can also be used for sharing via email and social networks. For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication.

### **AUTHOR INQUIRIES**

You can track your submitted article at <http://www.elsevier.com/track-submission>. You can track your accepted article at <http://www.elsevier.com/trackarticle>. You are also welcome to contact Customer Support via <http://support.elsevier.com>. © Copyright 2014 Elsevier | <http://www.elsevier.com>